

Основы расчета количественной оценки монтажной технологичности стальных конструкций с пролетом до 18 м

М.М. Тонаканян

*Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет,
Санкт-Петербург*

Аннотация: Рассматривается понятие монтажной технологичности, обосновываются его составляющие критерии. Формируется таблица отдельных свойств критериев монтажной технологичности с помощью проведения экспертного опроса. Определяются весомости показателей каждого из показателей. Выводится формула расчета комплексного показателя монтажной технологичности. Выдвигается гипотеза о количественной оценке уровней монтажной технологичности.

Ключевые слова: Технологичность, монтажная технологичность, иерархия уровней монтажной технологичности, весомость показателя свойств монтажной технологичности, монтаж стальной конструкции.

В современных условиях строительства уже недостаточно просто наличия большого инженерного опыта для решения поставленных задач. Наиболее важно для принятия верного, эффективного решения – иметь возможность выполнять вариантное проектирование с учетом анализа ранее примененных решений [1]. Также определение основных направлений новых разработок, дальнейшее совершенствование существующих решений способствует снижению основных показателей: трудоемкости, материалоемкости, продолжительности возведения конструкции, что, в конечном итоге, повлечет за собой и уменьшение стоимости продукта [2].

Методы оптимизации критериев и выбранные системы их оценки являются основой выбора тех или иных решений. Среди всех критериев оценки проектов зданий и сооружений центральное место занимает критерий технологичности. Наибольшее внимание следует уделить критерию монтажной технологичности, так как именно он содержит в себе совокупность всех принятых решений непосредственно в процессе возведения здания. Необходимо установить уровень монтажной технологичности, при котором процессы на строительной площадке будут

оптимизированы, а качество возводимой конструкции будет удовлетворительным [3]

Монтажная технологичность – характеристика общей технологичности подсистемы монтажа конструкций при определенных ограничениях со стороны других подсистем, отвечающая таким критериям, как: трудозатраты, механизация процессов, скорость выполнения СМР, однородность ячеек здания, однородность участков захватов ярусов, однородность конструктивных элементов, удобство сборки сварки, учет допусков.

Технологичность может быть как качественной, так и количественной. Стоит понимать, что качественная оценка дается на основе данных, полученных в результате проведения именно количественной оценки технологичности [4].

Анализ существующих критериев монтажной технологичности проектов объектов строительства показывает, что в разных методиках используется либо ограниченное либо слишком большое количество критериев, при этом они имеют разные единицы измерения, что не позволяет достоверно провести количественную оценку монтажной технологичности проектов в соизмеримых показателях с учетом ценности каждого частного критерия. Иерархию критериев оценки монтажной технологичности можно представить следующим образом (Таблица 1), а также структурировать по четырем уровням.

Нулевой уровень в иерархии системы критериев оценки монтажной технологичности проектов объектов строительства – монтажная технологичности в целом. Этот уровень позволяет количественно оценить монтажную технологичность в относительных единицах в пределах от 0 до 1.

Первый уровень в иерархии отражает влияние на монтажную технологичность в целом транспортировки, подготовительных работ и основных монтажных работ.

Второй уровень в иерархии отражает подгруппы, в которые собраны факторы третьего уровня.

Третий уровень в иерархии является начальным – это уровень дифференциальных критериев. На нем более детально учитываются свойства, влияющие на изменение значений обобщенных критериев [5, 6].

Для возможности количественной оценки монтажной технологичности необходимо ввести диапазоны измерения критериев на всех уровнях:

$$0 \leq a < 1$$

где a - наименование показателя свойства третьего уровня для любого критерия в иерархии.

Следующий этап – введение коэффициентов весомости каждого обобщенного критерия (по группе) [7] и дифференциальных критериев оценки монтажной технологичности для стальных конструкций [8] с пролетом до 18 м.

На этом этапе самое важно – это выбор экспертов. Необходимо получить объективные точные данные, максимально приближенные к истине, что в первую очередь зависит от квалификации экспертов. Чем выше квалификация, тем ближе к истине [9].

В данном случае следует сравнивать оценку отдельно взятого эксперта со средней, взятой за относительную истину. Чем больше погрешность между этими значениями, тем ниже «вес» эксперта.

Метод ранга – основной способ нахождения показателей весомостей каждого критерия. Каждый эксперт в процессе оценки назначает определенное количество баллов каждому из объектов оценивания [10]. Для всех экспертов вводится одна шкала. Результаты отражены в Таблице 2.

В ходе суммирования всех составляющих показателей была получена формула:

$$\begin{aligned} T_m = & 0,02K_{тр1} + 0,02K_{тр2} + 0,01K_{уд.тр.} + 0,075K_{пр1} + 0,075K_{пр2} \\ & + 0,092K_{омр1} + 0,092K_{омр2} + 0,0552K_{омр3} + 0,0552K_{омр4} \\ & + 0,0736K_{омр5} + 0,0368K_{омр6} + 0,0552K_{омр7} + 0,0184K_{омр8} \\ & + 0,0368K_{омр9} + 0,0368 + 0,016K_{омр11} + 0,016K_{омр12} \\ & + 0,016K_{омр13} + 0,016K_{омр14} + 0,092K_{омр15} + 0,092K_{омр16} \end{aligned}$$

Затем для оценки численного показателя монтажной технологичности необходимо установить границы допустимых уровней путем назначения минимальных и максимальных значений (Таблица 3)

Граничные значения (*) должны быть высчитаны в зависимости от минимальных возможных числовых показателей отдельных свойств критериев

Выводы

1. В результате экспертного опроса сформирована таблица с критериями монтажной технологичности (Таблица 1) и рассчитаны весомости показателей отдельных свойств критериев (Таблица 2).
2. Выведена формула расчета комплексного показателя монтажной технологичности T_m .
3. Выдвинута гипотеза о количественной оценке уровней монтажной технологичности, приведена в Таблице 3.

Таблица 1

Иерархическая структура свойств, составляющих монтажную технологичность				
Уровни монтажной технологичности				
Нулевой	Первый	Второй	Третий	
Монтажная технологичность (в целом)	Транспортировка	Транспортабельность	Габаритные размеры	
		Удобство при транспортировке	Масса	
	Подготовительные работы	Монтажное усиление	Наличие выступающих элементов	Такелажные приспособления для строповки конструкций
		Обустройство конструкций	Оборудование для изменения рабочего места монтажников	
	Основные монтажные работы	Трудозатраты		Количество монтажных звеньев
				Квалификация
		Механизация процессов		Оборудование для перемещения конструкций
				Оборудование для закрепления монтажных стыков
				Монтажные приспособления для временного закрепления и выверки конструкций
		Скорость выполнения строительно-монтажных работ		Укрупнительная сборка конструкций
				Последовательность монтажа
				Безопасность
				Возможность производства смежных работ на смонтированном участке
				Применение измерительных приборов
	Однородность ячеек здания		Шаги основных несущих элементов	
	Однородность конструктивных элементов		Равномасшность сборочных элементов	
			Тип основных элементов	
	Удобство сборки сварки		Болтовое соединение элементов	
			Сварочное соединение элементов	

Таблица 2

Расчет комплексного показателя монтажной технологичности						
Комплексный показатель монтажной технологичности	Обобщенный критерий	Коэффициент значимости комплексного критерия	Комплексный критерий качества свойства 2-го уровня	Показатель свойства третьего уровня	Коэффициент весомости	Свойства третьего уровня
1	2	3	4	5	6	7
Нулевой уровень	Первый уровень	Второй уровень		Третий уровень		
Монтажная технологичность, Тм	Транспортировка (0,05 Тм)	0,05	0,4xКтр1+0,4xКтр2+0,2xКуд.тр.	Ктр1	0,4	Габаритные размеры
				Ктр2	0,4	Масса
				Куд.тр.	0,2	Наличие выступающих элементов
	Подготовительные работы (0,15 Тм)	0,15	0,5xКпр1+0,5xКпр2	Кпр1	0,5	Такелажные приспособления для строповки конструкций
				Кпр2	0,5	Оборудование для изменения рабочего места монтажников
	Основные монтажные работы (0,8 Тм)	0,8	0,23(0,5xКомр1+0,5xКомр2)+0,23(0,3xКомр3+0,4xКомр4+0,4xКомр5)+0,23(0,2xКомр6+0,3xКомр7+0,1xКомр8+0,2xКомр9+0,2xКомр10)+0,04(0,5xКомр11+0,5xКомр12)+0,04(0,5xКомр13+0,5xКомр14)+0,23(0,75xКомр15+0,25xКомр25)	Комр1	0,5	Количество монтажных звеньев
				Комр2	0,5	Квалификация
				Комр3	0,3	Оборудование для перемещения конструкций
				Комр4	0,3	Оборудование для закрепления монтажных стыков
				Комр5	0,4	Монтажные приспособления для временного закрепления и выверки конструкций
				Комр6	0,2	Укрупнительная сборка конструкций
				Комр7	0,3	Последовательность монтажа
				Комр8	0,1	Безопасность

1	2	3	4	5	6	7
				Комп9	0,2	Возможность производства смежных работ на смонтированном участке
				Комп10	0,2	Применение измерительных приборов
				Комп11	0,5	Шаги основных несущих элементов
				Комп12	0,5	Пролеты основных несущих элементов
				Комп13	0,5	Равномасшность сборочных элементов
				Комп14	0,5	Тип основных элементов
				Комп15	0,5	Болтовое соединение элементов
				Комп16	0,5	Сварочное соединение элементов

Таблица 3.

Значение показателя монтажной технологичности	Оценка уровня монтажной технологичности
$T_m < 0,9^*$	Недопустимый уровень
$0,91^* < T_m < 0,95^*$	Низкий уровень
$T_m > 0,95^*$	Высокий уровень

Литература

1. Григорьев Э.П., Ткаченко О.С., Торниак Л. и др. Выбор проектных решений строительства: Совм. Изд. СССР – ЧССР – М.: Стройиздат, 1982. 268 с.
2. Гаек Э., Шидак З. Теория ранговых критериев. М.; Наука, 1971. 375 с.
3. Гужев В.И. Комплексная оценка технологичности проектных решений с применением экспертного метода // Организация, управление и экономика

- строительства: Сб. трудов. Науч.-исслед. Ин-та орг. и упр. в стр-ве. Моск. инж-строит. ин-т им. В.В. Куйбышева; N3. М.: 1972. 149-163 с.
4. Амиров Ю.Д., Алферова Т.К., Волков П.Н. Технологичность конструкции изделия. М.: Машиностроение, 1990. 768с.
 5. Завадскас Э.К. Системотехническая оценка технологических решений строительного производства. Л.: Стройиздат. Ленинград. отд-ние, 1991. 256 с.
 6. Кузнецова Е.В. Модели и методы оценки технологичности проектов объектов строительства: дисс. канд. техн. наук.05.13.10 СПб, 2000. 119с.
 7. Giurka I. *Acta Technica Naposensis-2010*. Vol.53. №1. pp.214-221.
 8. Castro-Lacoutute D., Skibniewski M. J. *Electronic Journal of Information Technology in Construction*. 2005. Vol. 10. pp. 229-244.
 9. Азгальдов Г.Г. Квалиметрия в архитектурно-строительном проектировании. М.: Стройиздату 1989. 264с.
 10. Азгальдов Г.Г., Гличев А.В. Квалиметрия – наука об измерении качества продукции // *Стандарты и качество*. 2007. №4. с.62-63.

References

1. Grigor'ev E.H. P., Tkachenko O.S., Torniak L. i dr. *Vybor proektnykh reshenij stroitel'stva [Selection of construction design solutions]*: Sovm. Izd. SSSR – CHSSR. М.: Strojizdat, 1982. 268p.
 2. Gaek E.H., Shidak Z. *Teoriya rangovykh kriteriev [The theory of ranking criteria]*. М.; Nauka, 1971. 375p.
 3. Guzhev V.I. *Organizaciya, upravlenie i ehkonomika stroitel'stva: Sb. trudov. Nauch.-issled. In-ta org. i upr. v str-ve. Mosk. inzh-stroit. in-t im. V.V. Kujbysheva; N3*. М.: 1972. pp. 149-163.
 4. Amirov YU.D., Alferova T.K., Volkov P.N. *Tekhnologichnost' konstrukcii izdeliya [Manufacturability of product design]*. М.: Mashinostroenie, 1990. 768p.
-



5. Zavadskas E.H.K. Sistemotekhnicheskaya ocenka tekhnologicheskikh reshenij stroitel'nogo proizvodstva [System engineering assessment of technological solutions for construction production]. L.: Strojizdat. Leningrad. otdnie, 1991. 256 p.
6. Kuznecova E.V. Modeli i metody ocenki tekhnologichnosti proektov ob"ektov stroitel'stva: diss. kand. tekhn. nauk.05.13.10 SPb, 2000. 119p.
7. Giurka I. Acia Technica Naposensis-2010. Vol.53. №1. pp. 214-221.
8. Castro-Lacoutute D., Skibniewski M. J. Eletronic Journal of Information Technology in Construction. 2005. Vol. 10. pp. 229-244.
9. Azgal'dov G.G. Kvalimetriya v arkhitekturno-stroitel'nom proektirovanii [Qualimetry in architectural and construction design]. M.: Strojizdaty 1989. 264p.
10. Azgal'dov G.G., Glichev A.V. Standarty i kachestvo. 2007. №4. pp.62-63.

Дата поступления: 14.04.2024

Дата публикации: 27.05.2024