



Technical and Economic Evaluation of the Efficiency of the Application of Cross-Rod Spatial Structures in Seismic Areas

Khushvaktov Usmon, Rakhimov Akram, Isabekov Komolboy

Ph.D. Samarkand State Institute of Architecture and Civil Engineering

Abstract: The article gives a technical and economic assessment of the effectiveness of the use of cross-rod spatial structures in seismic areas. The technical and economic effect of ensuring the required seismic resistance of the structure is obtained by reducing the material consumption, choosing a rational design scheme and the optimal location of the supports.

Keywords: efficiency, design, operational, productivity, support, costs.

Date of Submission: 28-4-2022

Date of Acceptance: 27-5-2022

Введения.

В сейсмических районах стержневые пространственные конструкции стали применяться сравнительно недавно. Их применению предшествовали экспериментальные исследования натурных конструкций, которые позволили уточнить динамические характеристики и параметры затухания некоторых типов ПСПК, планируемых для использования в массовом строительстве в сейсмических районах.

Наибольшее распространение в сейсмостойком строительстве в СССР получили пространственные конструкции системы МАРХИ (разработанные под руководством к.т.н. Файбишенко В.К. в Московском архитектурном институте), а также блочные конструкции типа ЦНИИСК из прокатных профилей (разработанные под руководством д.т.н. Трофимова В.И. в ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко), предназначенные преимущественно для применения в промзданиях [1].

Важными условиями внедрения стержневых пространственных конструкций в сейсмических районах являются разработка инструктивных документов по их расчету и проектированию, комплексные исследования работы конструкций при различных вариантах опирания при одновременном действии статических и динамических нагрузок, изучения особенности работ по исследованию динамических нагрузок, исследования сейсмостойкости конструкций с различными конструктивными схемами на действие горизонтальных и вертикальных сейсмических воздействий [2].

Экономическая эффективность и перспективы применения перекрестно-стержневых пространственных конструкций (ПСПК) в сейсмостойком строительстве обусловлены, прежде всего, их относительно малой массой и сейсмостойкостью по сравнению с традиционными конструкциями. Благодаря этому снижаются транспортные и монтажные расходы, уменьшаются нагрузки на несущие конструкции и, следовательно, затраты материалов на них.

Кроме того, эффективность достигается благодаря технологичности изготовления ПСПК, уменьшении эксплуатационных расходов и других факторов. Учет всех факторов в совокупности представляет собой сложную задачу, особенно в сейсмических районах, решение которой только начинается. Поэтому в настоящее время об эффективности ПСПК покрытий можно судить лишь по отдельным технико-экономическим показателям.

Результаты и обсуждения.

Расчет предварительного годового экономического эффекта от внедрения проекта деревянной структурной и решетчатой пространственной конструкции выполнен в соответствии с «Инструкцией по определению экономической эффективности использования в строительстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений»

$\mathcal{E} = [(Z_1 + Z_{c1}) \varphi + \mathcal{E}_c - (Z_2 + Z_{c2})] A_2$ Где, $Z_1 = C_1 + EK_1$; $Z_2 = C_2 + EK_2$ - приведенные затраты на заводское изготовление конструкций с учетом транспортно-заготовительных расходов. Z_{c1} и Z_{c2} - приведенные затраты по возведению конструкций на стройплощадке по сравниваемым вариантам в данном расчете остается без изменения;

φ -коэффициент учета изменения срока службы, в данном расчете равен-1; $\mathcal{E}_c$ - экономия в сфере эксплуатации конструкции, в данном расчете отсутствует;

A_2 - годовой объем производства.

$$\mathcal{E} = (C_1 + EK_1) - (C_2 + EK_2)$$

Где, C_1 и C_2 - себестоимость годового выпуска по изменяющимся статьям затрат по сравниваемым вариантам изготовления пространственных конструкций; K_1 и K_2 - капитала вложения в производственные фонды $K_1 = 0$;

E - нормативный коэффициент эффективности капитала вложения $= 0,15$;

$$\mathcal{E} = (C_1 - C_2) - 0,15 K_{\text{доп}}$$

Себестоимость изготовления сравниваемых вариантов пространственных конструкций по изменяющимся статьям затрат, расчет годовых затрат на заменяемые основные материалы на изготовленные конструкции сравниваемых вариантов, а также расчет годового заработной платы изготовления конструкций сравниваемых вариантов дали возможности составлению бизнес плана по производству решетчатых пространственных конструкций с разреженной решеткой.

Для определения экономической эффективности ПСПК выполним сравнение вариантов конструкции завода по производству кухонной и другой мебели на базе комплектного импортного оборудования в г.Ташкенте.

Покрытия завода выполнено смешанными конструкциями, из них 15,6 тыс.м² или 71% перекрыто ПСПК типа «МАрХИ» и 6,5 тыс.м² или 29 % перекрыто стальными восемнадцатиметровыми фермами. В целях возможности сравнения различных технико-экономических показателей конструкций последние приведены к 1 м² перекрытия. В г. Самарканде построен Сиабский рынок на 450 торговых мест. При этом применение новых прогрессивных конструкций типа «МАрХИ» позволило резко уменьшить материалоемкость здания, снизить трудозатраты на его возведение, вследствие при нормативной продолжительности строительства 8 месяцев рыночный павильон был построен за 5 месяцев.

Применение ПСПК в сейсмических районах ведёт к сокращению расхода материалов на 10-20%, уменьшению трудозатрат на строительной площадке на 15-25%, значительному сокращению сроков возведения сооружений и общему снижению стоимости строительства. Кроме прямой экономии металла, применение ПСПК системы «МАрХИ» даёт косвенную экономию за счёт облегчения кровли, минимального количества опор и фундаментов под них, уменьшению строительной высоты зданий и т.д.

Все ПСПК системы «МАрхИ», возведенные в сейсмических районах, имеют внутриконтурное опирание. Задачи, связанные с решением систем сейсмостойких ПСПК, имеющих более сложные варианты опирания по контуру и внутри контура, изучены весьма слабо и разрозненно. Поэтому, учитывая, что характер опирания для сейсмостойких покрытий имеет очень важное значение как с точки зрения сейсмостойкого, так и экономического решения, были проведены комплексные исследования этой проблемы.

Результаты экспериментально-теоретических исследований показали, что наиболее целесообразными с точки зрения получения максимальной экономии металла являются для отдельно стоящих секций варианты внутриконтурного расположения опор с образованием по периметру конструкции консольных свесов с вылетом 1/3-1/4 пролёта. Эти варианты опирания на 19% экономичнее, чем варианты контурного опирания [3].

Для многопролётных одноэтажных зданий более экономичными на 21% являются многопролётные неразрезные ПСПК с применением опоры с развитыми капителями, которые имеют разгружающие консоли по всему периметру с вылетом, равным 1/3:1/5 основного пролёта и неразрывностью в двух направления с квадратной сеткой колонн, чем отдельно стоящие секции с внутриконтурным расположением опор. В таблице 1. приведены технико-экономические показатели по сравниваемым вариантам решений;

Таблица 1.

№ п/п	Техникоэкономические показатели	Ед. Изм.	Стальная 18 м ферма	Конструкция типа МАрхИ»	Снижение Увеличение +
1.	Расходы металлоконструкций на 1 м ² покрытий	Кг	55	43	-12
2.	Расходы металлоконструкций на объект	Т	858	657	-187
3.	Расход ж/б на 1 м ² покрытий	М ³	0,026	0,066	-0,020
4.	Затраты на 1 м ² покрытия	ч/дн	0,134	0,063	-0,071
5.	Производительность (выработка) в смену на 1 раб.	Кг	410	681	+271
6.	Производительность крана в 1 маш/смену	Тн	3,28	5,59	+2,31
7.	Трудовые затраты, всего	ч/дн	2090,4	982,8	1107,6

Таким образом, неразрывность ПСПК способствует созданию значительно более лёгких и притом более жёстких, а значит и более сейсмостойких конструкций [4].

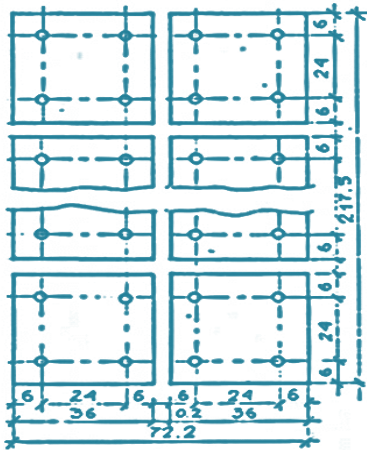
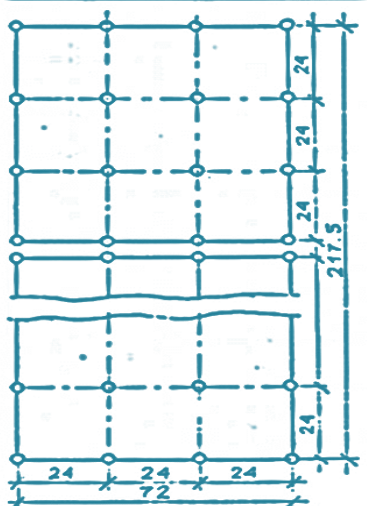
Заключения.

Смешанное опирание ПСПК на 9% более экономичнее, чем внутриконтурное опирание. Численные эксперименты показывают, что при свободном опирании ПСПК, зависящими от планировки помещения, в некоторых случаях может быть достигнута экономия до 32% по сравнению опиранием ПСПК по контуру.

При помощи свободного опирания может быть значительно повышена сейсмостойкость конструкции. Нужно отметить, что свободное опирание конструкций позволяет осуществить эффективное регулирование напряжённо-деформированного состояния путём устройства

опор в разных уровнях [5].

Таблица 2.

Схема расположения опор и размеры (м)	Автор	Максимальные усилия, кН						Максимальный прогиб (мм)	Расход стали на 1 кв.м. (кг)	Экономия стали на 1 кв.м.
		Нижний пояс		Раскосы		Верхний пояс				
		сжатие	растяжение	сжатие	растяжение	сжатие	растяжение			
	Узипротяжпром									
131		326	268	113	304	154	85	27		
	МАрхИ									
103		273	262	134	280	161	68	20	7	

Предпочтение следует отдавать покрытиям системы «МАрхИ», как покрытиям, имеющим высокую архитектурную выразительность и наилучшие показатели по массе на 1 м² покрытия. Конструкции системы «МАрхИ» имеют меньше на 20 % массу в сравнении с покрытием типа «ЦНИИСК».

Анализ показателей (табл.1,2) сравнительной экономической эффективности взаимозаменяемых вариантов конструктивных решений свидетельствует, что применение в ПСПК в строительстве будет характеризоваться в перспективном периоде высокой экономической эффективностью, прежде всего в условиях сейсмических и труднодоступных районов.

Список использованной литературы:

1. Килимник Л.Ш. Особенности проектирования пространственных конструкций для сейсмических районов. Тезисы докладов регионального семинара-совещания

- эффективные пространственные конструкции в практике применения и строительства республик Средней Азии и Казахстана. Фрунзе: 1989.С.32-36.
2. Исабеков К. Экспериментальные исследования перекрестно-стержневых пространственных конструкций на маломасштабных моделях. Монография. “Навруз полиграф”. Самарканд-2021. 122 стр.
 3. Файбишенко В. К. Исабеков К. Экономическая эффективность применения ПСПК типа МАрхИ, возводимых в сейсмических районах. Реферативный сборник «Сейсмостойкое строительство», № 12. М.: 1988.С.33-36
 4. Isabekov K. Raximov A.K. A new structural solution for earthquake resistant cross-bar spatial structures. European Scholar Journal (ESJ)A vailable Online Vol. 2 No.12, eceMBER 2021 ISSN: 2660-5562:<https://www.scholarzest.com> .
 5. ИбрагимовН.Х., ИсабековК., РахимовА.К. Пути уменьшения масс перекрестно-стержневых пространственных конструкций. “Промлемы архитектуры и строительства”(научно-технический журнал).Самарканд.2021.№4. С.134-139