

AN EFFECTIVE METHOD OF MULTI-STOREY INDUSTRIAL BUILDINGS MOUNTING IN SEISMIC REGIONS

P.P. Oleinik¹, R.G. Israelyan², A.A. Poghosyan²

¹ *Moscow State Construction Research National University*

² *Shushi University of Technology*

Decrease of seismic risks in construction of multistorey industrial buildings is provided by strength and stability of mounted structures and parts of a building. This is achieved by creation on the level of floors and covering of rigid disks, consisting of monolithic reinforced concrete longitudinal beams and filled in butt joints of precast reinforced concrete plates.

This paper presents an effective method of mounting of reinforced concrete constructions where monolithic crossbars are made in suspended block-forms, serving as temporary mounting joints between columns.

Methods of predicting of optimal reserves of inventory concrete forms and their efficient allocation amongst objects of construction are given.

Suggested approaches accelerate the rate of objects' construction, reduce prime cost of jobs and seismic risks in the process of mounting constructions of multistorey industrial buildings.

Key words: *seismic area, mounting, strength and stability, block-form, monolithic beam, hard disk, formwork stock*

Seismic stability of multistorey industrial buildings under construction is achieved at the level of floors and coverings of rigid disks made of precast monolithic structures – monolithic beams and filled butt joints of precast reinforced concrete plates [5,7,8].

During hardening of concrete of monolithic constructions strength and stability of erected framings of a building are provided by temporary metallic mounting stays installed between columns in longitudinal direction.

Monolithic work and installation of temporary metallic ties, to some extent, decrease rate of structures mounting and raise the cost construction-and-assembling operations.

A new method has been developed designed to mounting multistorey industrial buildings in a single technological process using monolithic reinforced concrete beams in suspended metallic block-forms. The latter during hardening the concrete strength in monolithic constructions of horizontal discs are employed as temporary metallic ties between columns as shown in Fig.1.

Application of this method in construction of shoe factories in Stepanakert city, Artsakh Republic, and in the Near Abroad countries, enabled to shorten mounting time of multistorey industrial buildings up to 1,5 times and decrease the cost of monolithic constructions up to 15 percent [4,2].

Taking into account high turnover of metal forms arose practicability of their use in other construction sites during partial or complete retirement of the forms in the period of downtime.

Solution of this problem is described mathematically by the below linear relationship.

To find indices of inventory formworks $V_{ij\mu}$, at from i -th construction site to j -th construction site during μ period of time, with reduced cost per unit on equal to γ_{ij} , with these parameters we have



Figure 1. Metallic suspended block-form for monolithic reinforced concrete beams of multistorey industrial buildings
a) top view, b) bottom view

$$\sum_{\mu=1}^m \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \gamma_{ij} v_{ij\mu} \rightarrow \min,$$

for the following limitations

$$\sum_{\mu=1}^m \sum_{j=1}^n v_{ij\mu} = \sum_{\mu=1}^m f_{i\mu}^{(1)},$$

it means that the index of the inventory framework relocated from *i*-th construction site at the moment μ should be less than or equal to the demand for that framework at the *j*-th construction site, or

$$\sum_{\mu=1}^m \sum_{i=1}^n v_{ij\mu} \leq \sum_{\mu=1}^m f_{i\mu}^{(2)}.$$

that is the index of the framework relocated at *j*-th construction site at the moment μ should be less than or equal to the demand of that framework.

$v_{ij\mu}^{(3)} \geq 0$ which means that the framework index can not be a negative value.

To determine physical meaning of $f_{i\mu}^{(1)}$ and $f_{i\mu}^{(2)}$ values options for formworks stocking are considered in Fig.2.,

In the first time period $\mu = t_1 - t_0$ the demand is satisfied by two sets of formworks $F^1 = 2$.

In the second and third time period is a need for four sets of formwork or $F^2 = F^3 = 4$.

In the fourth period the demand in formworks is three sets, or a set of formworks $F^4 - F^3 = 1$. in number is in downtime, and formworks numbering $R^4 = 1$ are stocking.

Similarly continuing calculations the number of formworks stock for the example under consideration we have $R^4 + R^6 + R^7 = 4$.

It is obvious that the distribution function of formworks reserves will depend on their availability in the construction site and methods of objects construction organization.

In such a case, the analytical expression of the function of total stock of formworks $F_{K_j}^\mu$ can be represented as [3]

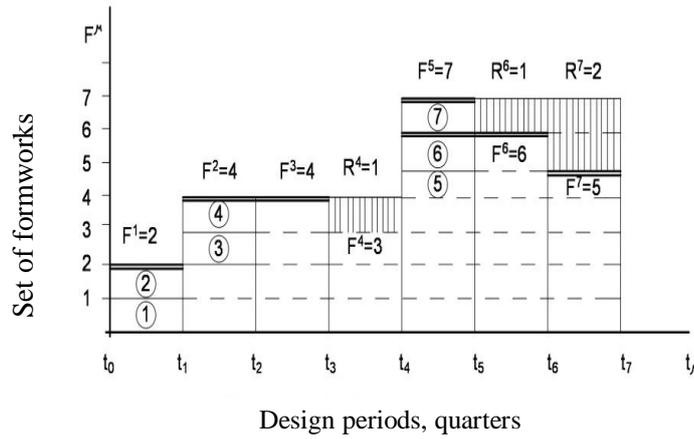


Figure 2. Schedule of formworks stocking, first option

$$F_{Kj}^{\mu} = \sum_{\mu \geq 1} (F_{Kj}^{\mu-1} - F_{Kj}^{\mu}) \Psi(t - t_{\mu})$$

where $\Psi(t)$ is the Heaviside's function used in mathematical statistics to describe the empirical function of distribution [1]

$$\Psi(t - t_{\mu}) = \begin{cases} 1 & \text{if } t \geq t_{\mu}, \\ 0 & \text{if } t < t_{\mu}. \end{cases}$$

Generally, the maximum reserve of inventory formworks' set $\max R_{Kj}^{\mu}$ use taking into consideration turnover of the set in N times can be represented as

$$\max R_{Kj}^{\mu} = N \left[\max F_{Kj}^{\mu} \times t^{\mu} - \sum_{\mu=1}^{\mu} F_{Kj}^{\mu} (t^{\mu} - t^{\mu-1}) \right].$$

The analysis of the above dependency shows that the quantity of stocked formworks $\max R_{Kj}^{\mu}$ increases as the first maximum of the function approaches to the y-axis, that is in case when the order of formworks sets in $F^5 = 7$ number will be executed before the beginning of an object construction (Fig.3). At that the turnover of formworks grows in 1.4 times [6] (Table 1).

Table 1

Option I				Option II			
№ set	Turnover of sets			№ set	Turnover of sets		
	required	reserve	total		required	reserve	total
1	1×7×14=98	-	98	1	1×7×14=98	-	98
2	1×7×14=98	-	98	2	1×7×14=98	-	98
3	1×6×14=84	-	84	3	1×6×14=84	1×1×14=14	98
4	1×5×14=70	1×1×14=14	84	4	1×5×14=70	1×2×14=28	98
5	1×3×14=42	-	42	5	1×3×14=42	1×4×14=56	98
6	1×2×14=28	1×1×14=14	42	6	1×2×14=28	1×5×14=70	98
7	1×1×14=14	1×2×14=28	42	7	1×1×14=14	1×6×14=84	98
Sum total	434	56	490	Sum total	434	252	686

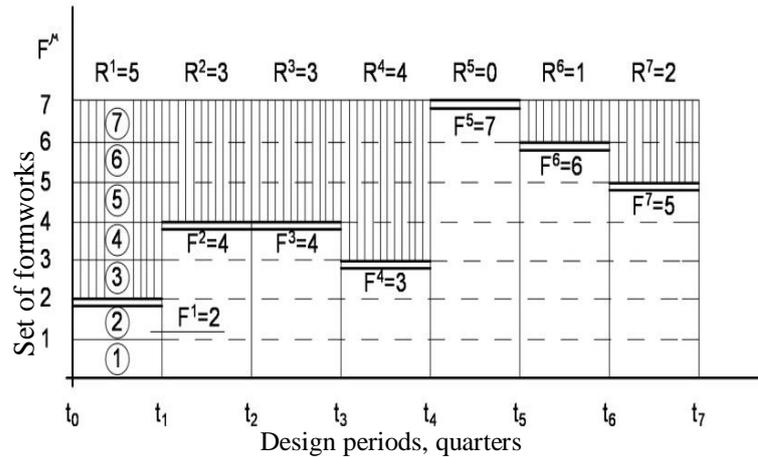


Figure 3. Schedule of formwork sets stocking, the first largest maximum of function F_{Kj}^{μ} , option 2

Conclusions

1. An efficient mounting method of multi-storey industrial buildings' designs in suspension metal block-forms which during the hardening of monolithic structures of horizontal disks are used as temporary belts between columns has been developed. At the same time constructions assembling is reduced to 1.5 times.
2. The analytical dependence and plots of stocking of inventory formworks and their rational allocation to other construction objects have been presented. In this case, turnover of inventory formworks is increased by 1.4 times, and the cost of monolithic works reduced to 15%.
3. The proposed approach enables to reduce seismic risks in the process of erecting of structures of multi-storey industrial buildings.

References

1. Zemskov Yu.V. ASOIU Part I. Fundamentals of the theory of signals and systems. VPI, VolGPU, 2003, 30p.
2. Israelyan R.G. Fundamentals of construction organization in mountains. Yerevan, NUASA 2015, 136p.
3. Oleynik P.P. Organization of construction. Conceptual frameworks, models and methods, information engineering systems. M. "Profizdat", 2001, 407p.
4. Orlovsky B.Ya., Abramov V.K., Serbinovich P.P. The architectural design of industrial buildings. M., Graduate School, 1982, 279p.
5. Manual for the design of frame industrial buildings for construction in seismic areas (to Building Code II-7-81), TsNIIPromzdany, M., Stroyizdat 1985.
6. Ter-Petrosyan P.A., Israelian R.G. Choice of a rational option of creation and use of construction resources, Yerevan, YSUAC, Volume III (42), 2011, pp109-114
7. Telichenko V.I., Terentiev O.M., Lapidus A.A. Technology of erection of buildings and structures. M., Visshaia shkola, 2004, 466p
8. RA Construction Norms II-6.02-2006 Earthquake-proof construction design rules, Yerevan, 2006, 48p.

ARCHITECTURE AND CONTRUCTION
ՍԵՅՍՄԻԿ ԳՈՏԻՆԵՐՈՒՄ ԲԱԶՄԱՀԱՐԿ ԱՐԴՅՈՒՆԱԲԵՐԱԿԱՆ ՇԵՆՔԵՐԻ
ՄՈՆՏԱԺՄԱՆ ՇԱՀԱՎԵՏ ԵՂԱՆԱԿԸ

Պ.Պ. Օլեյնիկ¹, Ռ.Գ. Իսրայելյան², Ա.Ա. Պողոսյան²

¹ Մոսկվայի ազգային հետազոտական պետական շինարարական համալսարան

² Շուշիի տեխնոլոգիական համալսարան

Կառուցվող բազմահարկ արդյունաբերական շենքերի սեյսմիկ ռիսկերի նվազեցումը կախված է կոնստրուկցիաների և շենքի մասերի ամրությունից և կայունության մակարդակից:

Դա ապահովվում է միջհարկային ծածկերում երկայնական ուղղությամբ կոշտ սկավառակների ստեղծմանը, միաձույլ երկաթբետոնե պարզունակներից և միաձուլված հանգույցներում հավաքովի երկաթբետոնե սալերից:

Բերվում է երկաթբետոնե կոնստրուկցիաների մոնտաժման արդյունավետ եղանակ, որի դեպքում միաձույլ պարզունակները պատրաստվում են կախովի կաղապարներում, որոնք օգտագործվում են, որպես ժամանակավոր կապերի սյուների ամրացման համար: Տրվում է գույքային կաղապարների օպտիմալ պաշարների կանխատեսումը և նրանց ռացիոնալ բաշխումը շինարարության օբյեկտներում: Ներկայացված մոտեցումները արագացնում են բազմահարկ արդյունաբերական շենքերի մոնտաժման պրոցեսը, ինքնարժեքը և սեյսմիկ ռիսկերը:

Բանալի բառեր. սեյսմիկ զոտիներ, մոնտաժ, կոնստրուկցիաների ամրություն և կայունություն, միաձույլ պարզունակ բլոկ-ֆորմա, կոշտ սկավառակ, կաղապարների պաշարներ, բաշխում, արդյունավետություն:

**ЭФФЕКТИВНЫЙ МЕТОД МОНТАЖА МНОГОЭТАЖНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ
ЗДАНИЙ В СЕЙСМИЧЕСКИХ РАЙОНАХ**

П.П.Олейник¹, Р.Г.Израелян², А.А.Погосян²

¹ *Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет.*

² *Шушинский технологический университет*

Снижение сейсмических рисков при строительстве многоэтажных промышленных зданий обеспечивается прочностью и устойчивостью монтируемых конструкций и частей здания. Это достигается созданием на уровне перекрытий и покрытия жестких дисков, состоящие из монолитных железобетонных продольных ригелей и замоноличенных в стыках сборными железобетонными плитами.

Приводится эффективный метод монтажа железобетонных конструкций, при котором монолитные ригели выполняются в подвесных блок-формах, служащие временными монтажными связями между колоннами.

Даны методы прогнозирования оптимальных запасов инвентарных опалубок и их рационального распределения по объектам строительства.

Предлагаемые подходы ускоряют темпы строительства объектов, снижают себестоимость работ и сейсмические риски в процессе монтажа конструкции многоэтажных промышленных зданий.

Ключевые слова: сейсмические районы, монтаж, прочность и устойчивость конструкций, монолитный ригель, блок-форма, жесткий диск, резервы опалубок, распределение, эффективность.