



Получена: 03.01.2023 г.

Приета: 17.01.2023 г.

СРАВНИТЕЛЕН АНАЛИЗ НА МЕТОДИТЕ МОНОЛИТНО СТРОИТЕЛСТВО, ПАНЕЛНО СТРОИТЕЛСТВО И СТРОИТЕЛСТВО С ПРЕДПЛОЧИ И ПРЕДСТЕНИ

Оф. Лазова¹, Д. Георгиев²

Ключови думи: панели, предплочи, предстени, монолитно строителство

РЕЗЮМЕ

Направен е сравнителен анализ на технологично-конструктивните особености при метода на изпълнение на строителни и монтажни работи (СМР) при монолитно строителство, панелно стоманобетонно строителство и строителство с предплочи и предстени. Дадени са основни характеристики, както положителни, така и отрицателни страни при изпълнението им. Посочени са области на приложение според спецификата на тяхното изпълнение, изводи и препоръки за практиката.

1. Въведение

Методите за строителство: монолитно строителство, панелно стоманобетонно строителство и строителство с предплочи (ПП) и предстени (ПС) са разпространени в строителната практика от десетилетия, включително и у нас. Те имат своите предимства и недостатъци, рационални области на приложение. Последните са предмет на настоящата публикация.

Предимствата и недостатъците на разглеждания метод произтичат от сравнителния анализ с останалите два метода, разглеждани в доклада.

¹ Офелия Лазова, доц. д-р инж., Лесотехнически университет, 1756 София, бул. „Св. Климент Охридски“ 10, жк Дървеница, e-mail: olazova@abv.bg

² Димитър Георгиев, инж. ас., кат. „ССС“, Архитекурен факултет, ВСУ „Черноризец Храбър“, к.к. Чайка, ул. „Янко Славчев“ № 84, 9007 гр. Варна, e-mail: dimitar.georgiev@vfu.bg

2. Монолитно строителство

2.1. Същност на метода

Методът монолитно строителство се отличава от останалите по това, че процесите кофражни, армировъчни и бетонови работи се изпълняват на обекта за всеки конструктивен елемент.

Носещата монолитна конструкция е единствено с работни фуги.

В съвременното строителство използваните кофражни системи се усъвършенстват непрекъснато, което скъсява срока на строителство, подобрява условията на труд, увеличава качеството на крайния продукт и намалява себестойността му.

2.2. Основни характерни особености

Той се явява метод на строителство при много строителни системи: монолитна система; едроразмерен кофраж, тунелен кофраж, катерещ кофраж, пълзящ кофраж, вертикално преместваем и др.

Методът създава необходимост от прилагане на подходящи кофражни системи и скелета.

Армировъчните работи се извършват на обекта, обикновено с ниска степен на заготовка на армировъчните изделия, като доставката и повдигането на армировката до кофража е механизирани, а монтажът е ръчен. Най-често армировката е във вид на пръти, които се връзват ръчно, т.е. разчленен монтаж.

Мокрите процеси се извършват на обекта и изпълнението им е силно зависимо от климатичните условия. Полагането на бетона е механизирани с кран или бетонпомпа.

Няма фуги в носещата конструкция. Създава се монолитност на конструктивните връзки/възли.

Довършителните работи са относително много по обем и заемат значителен дял от времето за строителство и стойността на обекта.

Монолитността на носещата конструкция и връзките между елементите създава относително по-голяма надеждност и гарантира по-голям експлоатационен срок на строежите, изпълнени по този метод.

2.3. Положителни и отрицателни страни на метода

Предимства на метода монолитно строителство:

- строителен метод при много строителни системи;
- не изисква задължително наличието на краново средство;
- не изисква относително големи складови площи;
- не изисква специализирани средства при складиране и транспорт;
- не изисква специализиран транспорт;
- няма фуги в носещата конструкция, само работни фуги.

Недостатъци на метода монолитно строителство:

- ниска степен на индустриализация;
- голям обем мокри процеси на обекта;
- голям обем кофражни, армировъчни и бетонови работи на обекта;
- голям срок за изпълнение на грубия строеж;

- ниска степен на механизированост на грубия строеж;
- голямо количество довършителни работи;
- голям срок за изпълнение на строежа;
- относително по-малък разход на материали (бетон и армировка) в сравнение с метода с предплочи и предстени;
- голям разход на труд;
- малък разход за машини и инвентарни средства;
- относително ниска стойност на строежа.

3. Панелно стоманобетонно строителство

3.1. Същност на метода

Панелното строителство се изпълнява по две конструктивни системи. Сглобяемото строителство се извършва чрез скелетна и безскелетна система и посредством обемни елементи. Панелите се свързват помежду си с дюбелни връзки, посредством заварки. Те се произвеждат индустриално, на модулен принцип с много висока степен на заводска готовност. При този метод на сглобяемо строителство се избягват почти 100 % довършителните работи. Сградите от едропанелни елементи са от един до десет етажа и за тяхното изграждане е необходима разнообразна универсална и специализирана техника. Могат да бъдат предназначени за жилищни, административни, обществени, складови и/или производствени нужди.

3.2. Основни характерни особености

Сглобяемото „панелно“ строителство се характеризира с няколко специфични показателя. Преди всичко това е бързина на изпълнение на СМР, благодарение на високата степен на заводска готовност на произведените индустриално елементи. При тези технологии мокрите процеси са сведени до минимум и значителна част от строителните работи се изпълняват по методите на сухото строителство [1, 3, 7].

Проектирането и изпълнението на съединенията при панелното строителство се извършват съгласно изискванията на действащите нормативни документи. В България са извършвани редица изследвания, свързани както с определяне на поведението на съединенията при едропанелните сгради и последващото им внедряване в строителната практика, така и с определяне на актуалното им състояние след определен експлоатационен период [4, 5].

Към момента в страната ни действат както българските нормативни документи, така и единната европейска система за проектиране на строителни конструкции – Еврокод [2].

3.3. Положителни и отрицателни страни на метода

Предимства на метода панелно стоманобетонно строителство:

- по-къси срокове за изграждане;
- по-висока производителност на труда;
- по-малък обем на мокрите процеси;
- по-висока степен на заводска готовност при производството на елементите, т.е. висока степен на индустриализация на метода;

- по-малък обем на довършителните работи;
- по-малък срок за изпълнението на строежа;
- по-малък обем на отпадни материали и изделия на строителната площадка, по-малко замърсяване с прах, спестяване на енергия и намаляване на вредните емисии;
- по-висока енергийна ефективност на крайния продукт – външните стени са с изолационен слой, съответно консумацията на енергия за отопление през зимата и за охлаждане през лятото може да бъде значително намалена;
- при използването на модулни строителни системи се създават условия за творчество и възможности за разнообразни архитектурни решения [1].

Недостатъци на метода панелно стоманобетонно строителство:

- изготвяне на точни по проект кофражни форми;
- изпълнение в заводски условия;
- изисква се специализирана техника за транспорт до обекта и за монтаж на обекта;
- необходимост от подходящи средства и площи за временно складиране на елементите;
- необходимост от временно укрепване при монтаж;
- наличие на фуги в крайния продукт;
- създаване на шахти в строежите за преминаване на инсталации;
- по-малък експлоатационен срок в сравнение с монолитното строителство, около 50 – 70 години.

4. Строителство с предплочи и предстени

4.1. Същност на метода

Изпълнението на сгради и съоръжения с предплочите (ПП) и предстените (ПС) е сглобяемо-монолитно изпълнение. Използват се предварително изготвени стоманобетонни елементи за плочи и стени, като оставащи кофражи и не само. Вградените стоманобетонни елементи/панели за стени и плочи са обикновено с дебелина 4 – 10 cm. Те остават като част от стоманобетонната конструкция и участват при поемането на товарите, както при бетонирането на стени и плочи, така и в експлоатационното им състояние [6, 8].

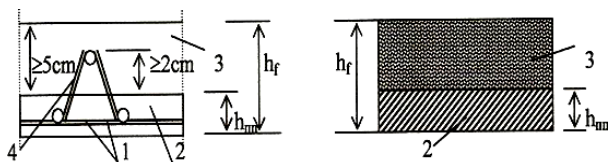
На обекта в пространството между панелите за ПС и над панелите за ПП се монтира допълнително армировка и се полага замонолитващ бетон. Контактната фуга между стар и нов бетон се обработва специално в цех. Тя се осигурява за поемане на тангенциални напрежения с нагряване и/или с метални/бетонни дюбели. На обекта над ПП и в пространството между панелите за ПС се полага замонолитващ бетон. Той гарантира носеща конструкция без фуги. Панелите за ПС може да се доставят на обекта по единично или заводски сдвоени. Обемът на кофражните работи на обекта е сведен до минимум, а мокрите процеси и армировъчните работи – относително по-малко в сравнение с монолитния метод на строителство. На обекта се изисква краново средство за монтаж на елементите. Необходими са специализирани транспортни средства за транспортиране на ПП и ПС, стендове и площи за складирането им. Предплочите се подпират с греди и телескопични подпори или кофражно скеле в монтажното състояние, те се осигуряват до набиране на проектната якост на бетона в плочата. Предстените се подпират, ако е необходимо, с подкоси и обтяжки [6, 8].

Предпочите и предстените се прилагат в жилищното, общественото и промишленото строителство. Те служат при изграждане на съоръжения: фундаменти, подпорни стени, сутеренни стени, тунели, резервоари, канали, язовирни стени и др.

4.2. Основни характерни особености

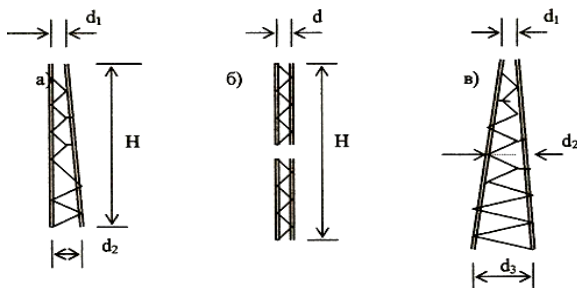
Предпочите и предстените се изработват предварително. Система съчетава положителните качества на сглобяемото строителство и предимствата на монолитното строителство. Сглобяемото строителство съкращава сроковете на строителство, поради изнасяне на част от процесите в заводи и цехове. При метода с ПП и ПС се полага на обекта бетонна смес, което води до липса на fuga между конструктивните елементи, работната fuga между различните по възраст бетонни пластове се осигурява с дюбели, най-често метални/бетонни. Методът, респективно системата, има качествена разлика от сглобяемото строителство, така например тя дава възможност за гъвкава планировка на помещениата.

Предпочите и предстените са сглобяеми елементи, които се произвеждат в заводски условия, транспортират се, складира се и се монтира на строителния обект като сглобяеми елементи.



Фиг. 1. Вертикални разрези на плоча с ПП:

1 – носеща армировка; 2 – ПП с дебелина h_m ; 3 – замонолитващ бетон; 4 – ферми;
 h_f – конструктивна височина на сглобяемо-монолитното сечение



Фиг. 2. Стена, изпълнена с ПС: а), в) с наклонени една спрямо друга стоманобетонни плочи; б) с успоредни една спрямо друга стоманобетонни плочи; d , d_1 , d_2 , d_3 – дебелина на стената; H – височина на стената [10]

4.3. Положителни и отрицателни страни на метода

Предимства на метода с ПП и ПС:

- индустриализация на метода – най-съществено предимство на метода е, че производството на ПП и ПС е в цехове. Технологичната линия за ПС (ПП) е с възможност за високомеханизирано производство, без ограничения по отношение на форма и размери (в рамките на кофражното дъно). Това голямо предимство на технологичната линия е

основа за прилагане на ПП и ПС в различни по предназначение и функция сгради, проектирани със свободни параметри.

Армировката, която се монтира в плоча, изпълнена с ПП, може да бъде унифицирана, т.е. да се сведе до три вида мрежи. Такава е строителната практика с ПП в Австрия и Германия.

- липса на фуги в конструкцията – в сградите и съоръженията, изпълнени с ПП и ПС, липсват фуги. Този факт се дължи на замонолитващия бетон, положен на обекта в плочата и стените;

- мокри процеси на обекта – приблизително с 1/3 се намаляват мокрите процеси на обекта при изпълнение на конструкции с ПП и ПС, в сравнение с монолитното строителство [9];

- кофражни работи на обекта – на практика такива няма. Те са сведени до временно подпиране на ПП в технологично състояние [9];

- армировъчни работи на обекта – приблизително с 1/3 се намаляват армировъчните работи на обекта [9];

- срокът за изпълнение на грубия строеж се скъсява от 1/2 до 1/3, в сравнение с монолитното строителство;

- степен на механизированост на грубия строеж: монтажът на ПП и ПС на обекта се извършва с кран; армировката в плочата във вид на мрежи се доставя до кофража с кран; полагането на бетона на обекта се извършва обикновено с бетонпомпа;

- количество довършителни работи – поради факта, че част от елементите се изпълняват в цехове, качеството на грубия строеж е относително високо и обемът на довършителните работи е малък, в сравнение с монолитното строителство;

- срок за изпълнение на строежа – поради индустриализираното производство на част от елементите; относително малкия обем мокри процеси; незначителния обем кофражни работи; намаления обем и високата степен на зготовка на армировъчните изделия; намаления обем на довършителните работи – срокът за строителство значително намалява, съпоставен със същия при монолитен начин на строителство.

Недостатъци на метода с ПП и ПС:

- необходимост от специализиран транспорт за доставка на ПП и ПС до обекта;
- необходимост от складови площи и инвентарни средства за складиране на елементите до цеха за производство и на обекта;
- необходимост от краново средство за натоварване на ПП и ПС в транспортното средство и за монтаж в проектно положение;
- необходимост от временно/монтажно укрепване и технологично състояние [9];
- завишен разход на материали: бетон и армировка (10 – 15 %) [9].

5. Области на приложение според спецификата на тяхното изпълнение

Областта на приложение на метода монолитно строителство:

- В жилищното строителство при сгради с малка и висока етажност (небостъргачи). Причина за това е монолитността на възлите между елементите и относително по-дългия експлоатационен срок. Втора важна причина е и относително ниската у нас цена на работната ръка (труда). Методът дава свобода в етажните разпределения.

- В инженерните съоръжения дава гъвкавост на планировъчните решения и разнообразие на форма и размери.

Областта на приложение на метода панелно стоманобетонно строителство:

- В жилищното строителство при сгради с малка и висока етажност (до 10 етажа) [2]. Предимството е бързината на строителството, но експлоатационният срок е по-къс от монолитното строителство. Втора важна причина е липсата на мокри процеси, цена на работната ръка (труда), идваща от намаления необходим състав на обекта. Методът дава ограничения в етажните разпределения и размерите на сградата.

- С панелно стоманобетонно строителство могат да се изпълняват още административни, обществени, складови и/или производствени сгради.

Областта на приложение на метода с ПП и ПС на съвременния етап на строителство у нас е:

- изпълнение на плочи с ПП в търговски и обществени обекти с цел намаляване на обема на кофражните работи;

- изпълнение на стени с ПС в резервоари, строителство на тунели по открит способ, подпорни стени, масивни фундаменти и др. с цел скъсяване на срока на строителство и намаляване на обема на кофражните, армировъчните и бетоновите работи на обекта.

6. Изводи и препоръки за практиката

В нашето съвремие методът монолитно строителство намира широко приложение в жилищното строителство и при строителството на офис сгради. Дава свобода на планировъчните решения и монолитност на възлите в конструкцията. С този метод се изграждат успешно и инженерни съоръжения. Методът не поставя ограничения във форма и по размери.

Методът панелно стоманобетонно строителство не намира приложение в съвременното жилищното строителство поради по-късия си експлоатационен срок. Този метод успешно се прилага в промишленото и индустриалното строителство, а при необходимост от бързо задоволяване на жилищни нужди – и за жилищно строителство.

Методът с ПП и ПС се прилага за изграждане на големи търговски обекти, хотели и др. обществени сгради. Този метод се прилага с успех и при създаване на вкопани резервоари и подпорни стени. Сведените до минимум кофражни работи му предопределят съществен дял в съвременното строителство.

7. Заключение

Монолитният метод на строителство ще представлява и в бъдеще съществен дял в жилищното строителство поради характерните си особености. Панелното стоманобетонно строителство ще се прилага в промишленото и индустриалното строителство. Методът на строителство с ПП и ПС и в бъдеще ще представлява съществен дял в строителството на търговски обекти, хотели и инженерни съоръжения.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Georgiev, D. Razvitiye na sglobiaemoto stroitelstvo v Bulgariya, USA, Evropa i Azia. Sbornik s dokladi na „X Mejdunarodna konferencia po arhitektura I stroitelstvo“, VSU „Chernorizets Hrabar“, 29 mai 2021, Varna, ISSN 2535-0781: 380 – 384.*

2. *Georgiev, D.* Prouchvane na nomenklaturite za izgrajdane na edropanelni jilishtni sgradi v Bulgaria. Sbornik s dokladi na „XII Mejdunarodna nauchna konferencia „Proektirane i stroitelstvo na sgradi i saorajenia“, 8-10 septemvri 2022, Varna, ISSN 2603-4255 (CD-ROM); ISSN 2683-071X (online): 83 – 92.

3. *Vulkov, D.* Izsledvane na vutrashni pregradni steni izpulneni sas sistema za suho stroitelstvo W112. Sbornik s dokladi na „XX Mejdunarodna nauchna konferencia po stroitelstvo i arhitektura“, VSU'2020, C., VSU „L. Karavelov“, juni 2020, t. II, ISSN 1314-071X: 403 – 406.

4. *Hrishev, L., Gocheva, M., Abdulahad, E.* Konstruktivni elementi i detalji na edropanelni jilishtni sgradi po sistema BS-69-SF. Sbornik s dokladi na „XI Mejdunarodna nauchna konferencia „Proektirane i stroitelstvo na sgradi i saorajenia“, 10-12 septemvri 2020, Varna.

5. *Mitev, Il.* Bezskeletno-panelnite sgradi. Tehnika, S., 1985.

6. *Lazova, Of.* Oпитno opredeleni normalni naprejenja v sglobiaemo-monolitna stomanobetonna konstrukcia s “predsteni”. Sbornik s dokladi na Nauchno-prakticheska konferencia “Arhitektura, stroitelstvo – suvremenost”, VSU „Chernorizets Hrabar“, 2-4 juni 2005.

7. *Lazova, Of., Vulkov, D.* Izsledvane na obshtata karakteristika na sistamite za suho stroitelstvo. Sbornik s dokladi na XI Mejdunarodna nauchna konferencia „Proektirane i stroitelstvo na sgradi i saorajenia“, 10-12 septemvri 2020, Varna, ISSN: 1314-3816: 75 – 349.

8. *Petkov, Y.* Tehnologija na stroitelnite procesi. Tehnika, S., 1989, UDK 69/075.8/, s. 390.

9. *Lazova, Of.* Tehnologichno-konstruktivni problem i reshenia pri izgrajdane na sgradi s “predplochi” i “predsteni”, Avtoreferat, ET “VIK”, S., 2005, s. 46.

10. *Dimitrov, B., Mitev, I., Dimitrov, Z.* Predplochi, predsteni i konstrukcii ot tiah. Rakovodstvo za proektirane. ABC Tehnika, S., 2006, s. 80.

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE METHODS OF MONOLITHIC CONSTRUCTION, PANEL CONSTRUCTION AND CONSTRUCTION WITH PRE-PANELS AND PRE-WALLS

O. Lazova¹, D. Georgiev²

Keywords: panels, pre-plates, pre-walls, monolithic construction

ABSTRACT

A comparative analysis of the technological-constructive features in the method of execution of construction and assembly works in monolithic construction, panel reinforced concrete construction and construction with pre-plates and pre-walls has been made. Main characteristics are given, both positive and negative sides in their implementation. Areas of application according to the specifics of their implementation, conclusions and recommendations for practice are indicated.

¹ Ophelia Lazova, Assoc. Prof. Dr. Eng., Dept. TMGS, LTU, 10 Kliment Ohridski Blvd., Sofia 1797, e-mail: olazova@abv.bg

² Dimitar Georgiev, Assist Prof. Eng., Dept. “Civil Engineering”, VFU “Chernorizets Hrabar”, k.k. Chaika, 84 Yanko Slavchev St., Varna 9007, e-mail: dimitar.georgiev@vfu.bg