

УДК 528.48

Шульц Р.В., д.т.н., професор КНУБА
Білоус М.В., к.т.н., директор ДочП «Укргеодезмарк»
Анненков А.О., к.т.н., доцент ДонНАБА
Ковтун В.Я., головний інженер ДочП «Укргеодезмарк»
Хайлак А.М., начальник відділу НДІБВ

ОСОБЛИВОСТІ ІНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БУДІВНИЦТВА СТАДІОНУ «АРЕНА ЛЬВІВ»

В статті розглянуто питання застосування сучасних геодезичних технологій для забезпечення будівництва футбольного стадіону у місті Львові. Підтверджено факт, що в умовах сучасного будівництва складних споруд реальним є досягнення точності виконання робіт на рівні 2 мм.

Постановка задачі. Сучасні стадіони відносяться до категорії об'єктів підвищеної складності. Для геодезичного забезпечення будівництва стадіонів необхідно виконати цілий комплекс геодезичних вимірювань і побудов, методика і технологія виконання яких залежить від проекту стадіону. Особливістю геодезичних робіт при супроводі такого виду будівництва є необхідність створення високоточної геодезичної основи і геодезичного забезпечення будівельно-монтажних робіт для зв'язку між собою різних етапів будівництва. При використанні класичних методів виникає необхідність в постійному розширенні наземної геодезичної основи, а також у прокладанні полігонометричних ходів і полігонів до будмайданчика. Всі ці роботи складають значний об'єм робіт по геодезичному забезпеченню будівництва. Вирішенням проблеми по зменшенню об'ємів і прискоренню геодезичних робіт може бути впровадження сучасних технологій, які знаходять все більше застосування в інженерній геодезії.

При використанні нових методів визначення місцеположення, забезпечення зв'язку між геодезичною основою на будмайданчику і монтажними зонами можливе без додаткових геодезичних побудов, що дозволяє зменшити об'єм геодезичних робіт при передачі координат і скоротити час і вартість виконання робіт.

Огляд літературних джерел. Представлена публікація є продовженням циклу робіт авторів, що присвячені проблемі інженерно-геодезичного забезпечення будівництва та реконструкції крупних спортивних споруд. Основою для написання даної роботи стали праці [1-6], в яких розглянуто аналогічну проблему для інших типів стадіонів, які мають свою унікальну

конструктивну схему.

Виклад основного матеріалу. В рамках підготовки України до проведення чемпіонату Європи з футболу ЄВРО-2012 в містах Києві і Харкові була проведена реконструкція існуючих стадіонів, а у Львові і Донецьку здійснено будівництво нових стадіонів. Проект будівництва стадіону в м. Львові був розроблений фірмою MERO-TSK International GMBH & Co KG (рис.1).



Рис. 1 Проект стадіону «Арена Львів»

Для успішної реалізації даного проекту був розроблений проект виконання інженерно-геодезичних робіт для забезпечення будівельно-монтажних робіт.

При реалізації проекту з метою досягнення максимальної точності (3-5мм) в умовах будівництва було запропоновано виконувати розмічувальні і контрольно-вимірювальні інженерно-геодезичні роботи електронними тахеометрами методом «вільної станції».

На якість результатів спостережень методом «вільної станції» впливали наступні фактори:

- обмежений простір і відповідно видимість вихідних пунктів (малий кут засічки);
- наявність додаткових перешкод у вигляді тимчасових монтажних труб, розташованих в зоні робіт;
- наявність рухомого будівельного обладнання в зоні спостереження;
- цілодобове виконання будівельних робіт на об'єкті.

Всі ці фактори були максимально враховані при розробленні проекту геодезичних робіт і при виконанні польових робіт.

При реалізації першого етапу будівництва (зведення бетонних конструкцій) по головних осях стадіону на території футбольного поля були закладені капітальні геодезичні знаки на залізобетонних палях, які стали вихідною

планово-висотною геодезичною мережею на весь період будівництва (рис.2).

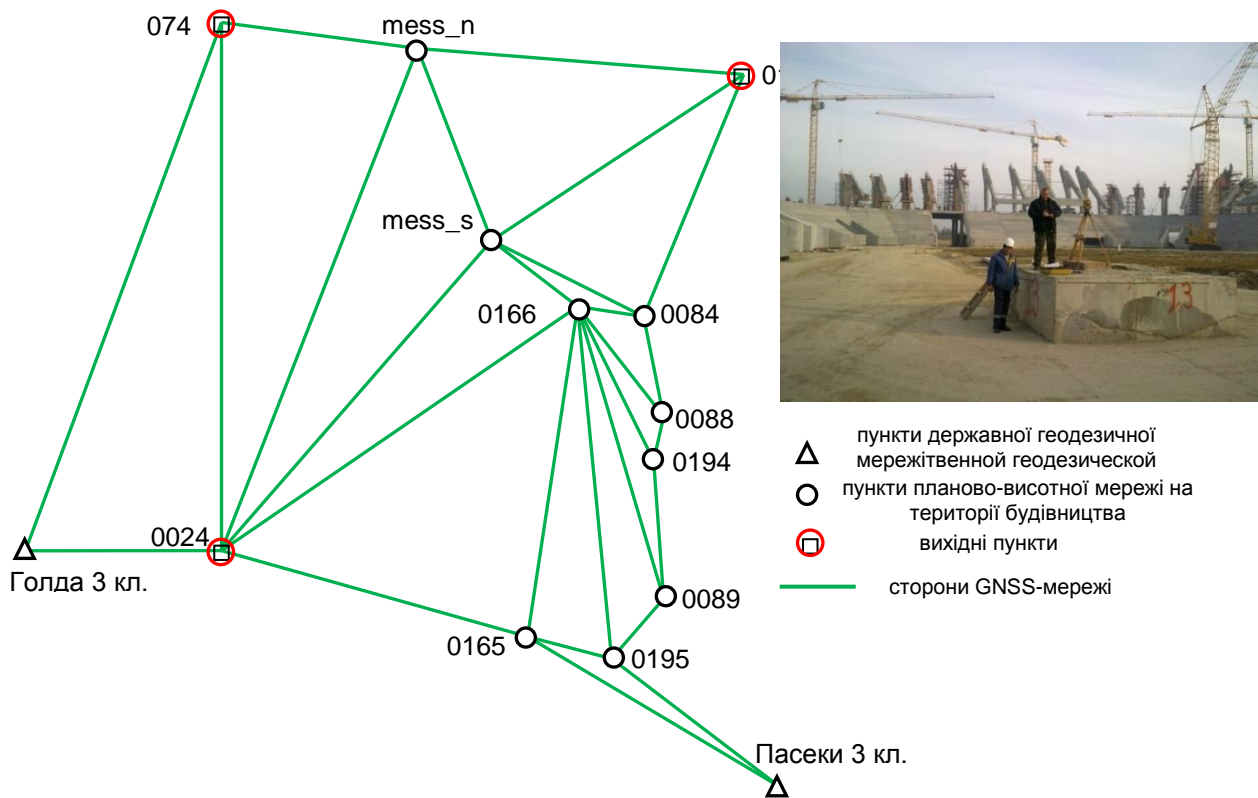


Рис. 2. Схема планово-висотної геодезичної мережі стадіону

Представлена на рис. 2 мережа була побудована у вигляді просторової лінійно-кутової мережі з додатковими пунктами, які були виміряні за допомогою двочастотних GNSS-приймачів фірми Leica.

На етапі зведення бетонної частини стадіону цілком достатнім виявилось застосування традиційних методів ведення розмічувальних і контрольнo-вимірювальних робіт. Основним і найважливішим етапом будівництва покриття був монтаж опорних частин, на які потім спиралися металоферми покриття стадіону. Складність їх установки, з фізичної точки зору, полягала в тому, що їх вага досягала 2.5 т, а місця їх установки були на висоті більше 25 м над землею (рис. 3).

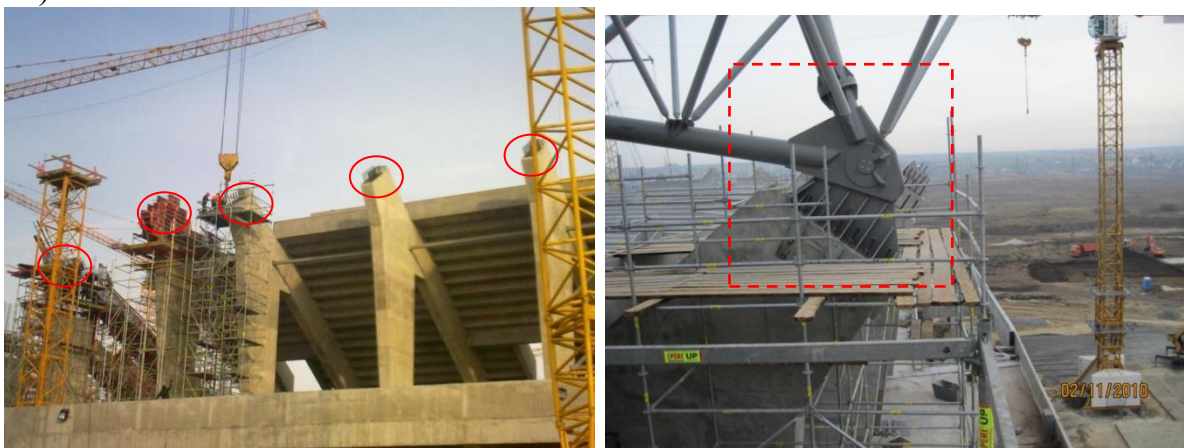


Рис. 3. Місця установки і розташування опорних деталей покриття

З геодезичної точки зору велику складність викликала відсутність безпечних і стійких місць, для установки приладів при цьому необхідно було забезпечити точність установки опорних деталей в плані ± 2 мм. Точність монтажу опорних деталей в проектне положення залежала від:

- точності планово-висотної геодезичної мережі;
- точності визначення координат вільної станції;
- точності розмічувальних робіт з вільної станції.

Для досягнення максимальної точності методом математичного моделювання були визначено місця, в яких сумарний вплив перерахованих похибок мав найменшу величину.

При недопустимому відхиленні опорних деталей від проектного положення, встановлення на них готових секцій даху, вагою в 100 т на чотири опорні деталі, стає неможливою (рис. 4).



Рис. 4. Монтаж секцій покриття

Щоб вирішити дану проблему був застосований метод «вільної станції», який дозволяв виконувати геодезичні вимірювання в будь-якій точці стадіону. Точка стояння вільної станції визначалася мінімум з чотирьох вихідних пунктів планово-висотної геодезичної мережі, що дозволяло визначати положення станції спостережень з середніми квадратичними похибками в просторі на рівні 1 мм.

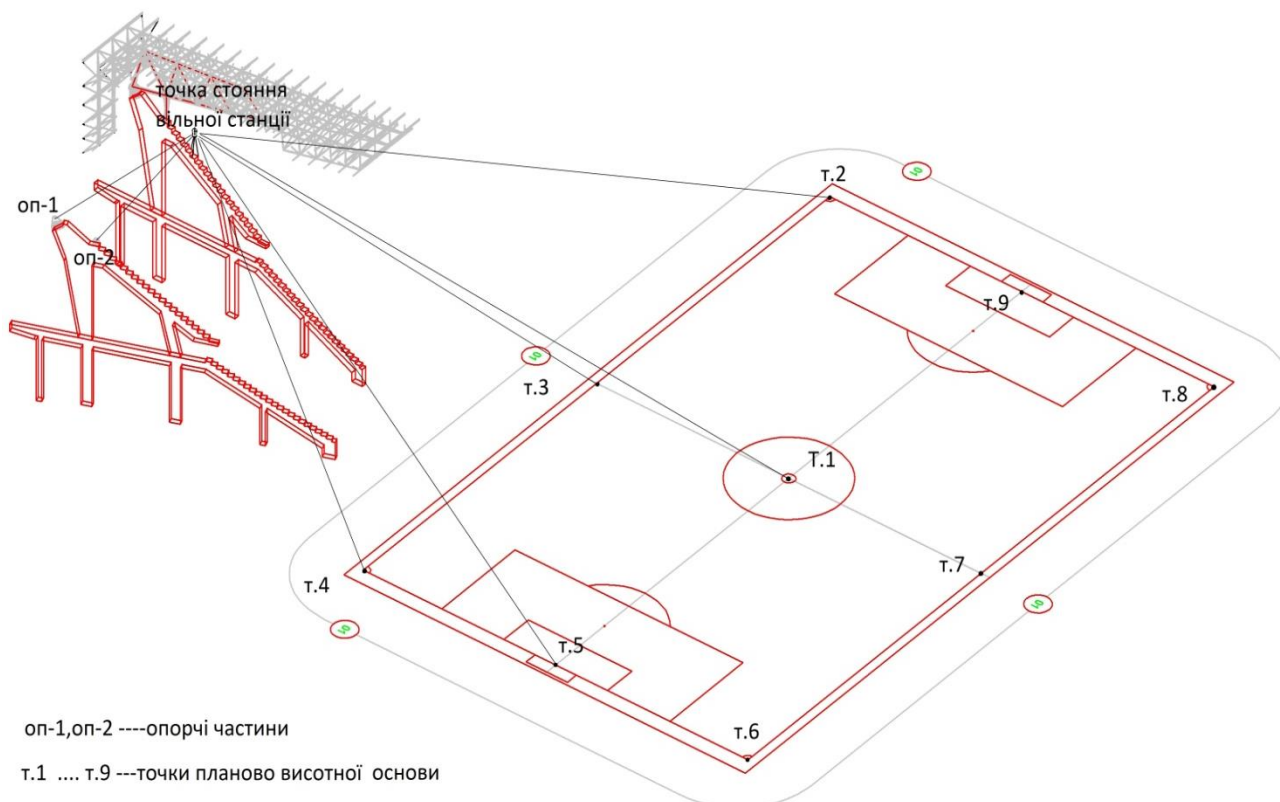


Рис. 5. Реалізація розмічувальних робіт з використанням вільної станції

Використовуючи такий підхід до виконання робіт була досягнута необхідна точність виконання вимірювань. Нижче для прикладу наведені результати контрольного знімання деталей до і після їх бетонування. Знімання було виконано незалежно, з різних станцій спостереження в різний час доби, методом «вільної станції» використовуючи як вихідні пункти, пункти планово-висотної геодезичної мережі. Вимірювання проводилися техеометром Topcon GPT-3103N.

№	проектные координаты			фактические координаты			Δ	Δ	Δ
	X	Y	H	X	Y	H	X	Y	H
1	-8263,341	-800,400	26,802	-8263,342	-800,401	26,802	-0,001	-0,001	0,000
2	-8257,260	-800,400	24,665	-8257,258	-800,401	24,668	0,002	-0,001	0,003

Виконавче знімання закладних деталей після бетонування по осі №S15/1.

№	проектные координаты			фактические координаты			Δ	Δ	Δ
	X	Y	H	X	Y	H	X	Y	H
1	-8263,341	-800,400	26,802	-8263,342	-800,402	26,801	-0,001	-0,002	-0,001
2	-8257,260	-800,400	24,665	-8257,259	-800,401	24,667	0,001	-0,001	0,002

Такі таблиці було отримано з контролем в дві руки для кожної з деталей. В результаті порівняння всіх контрольних вимірювань між собою, встановлено, що отримані координати X,Y,Z з двох незалежних спостережень методом «вільної станції» не відрізняються між собою більш ніж 2 мм. Дослідження проведені для всіх деталей конструкцій підтвердили, що середні квадратичні похибки положення конструкцій після монтажу і бетонування дорівнюють 2 мм по кожній з координатних осей.

Оскільки кожна деталь, згідно проекту, розміщена в своїй умовній системі

координат (рис. 6.), то при їх установці використовувався метод винесення лінії в натуру, де кожна з базисних ліній вважалася за початок і напрям умовних систем координат (рис. 7.).

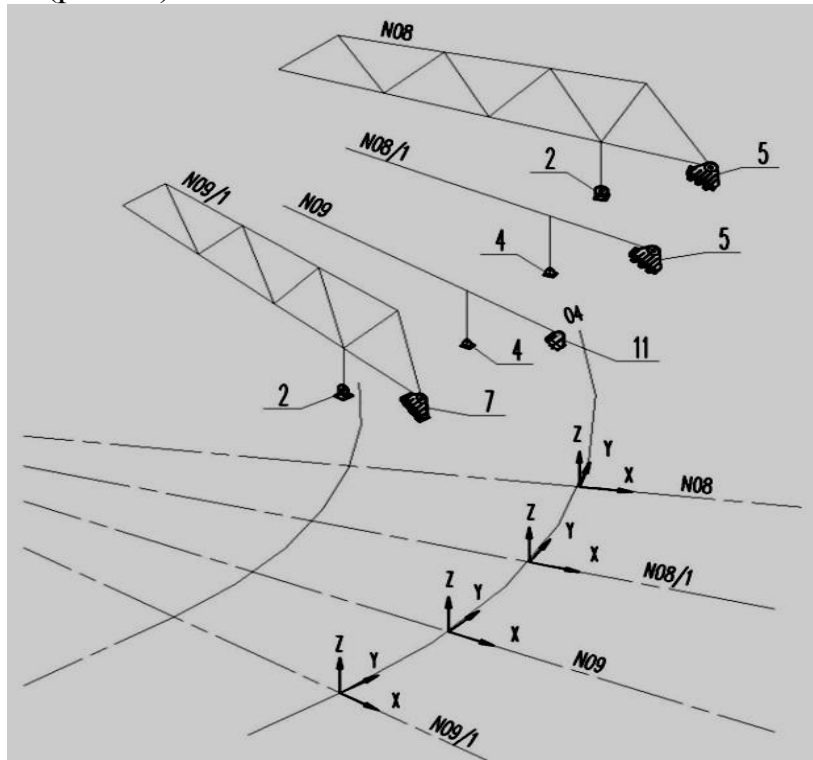


Рис. 6. Умовні системи координат

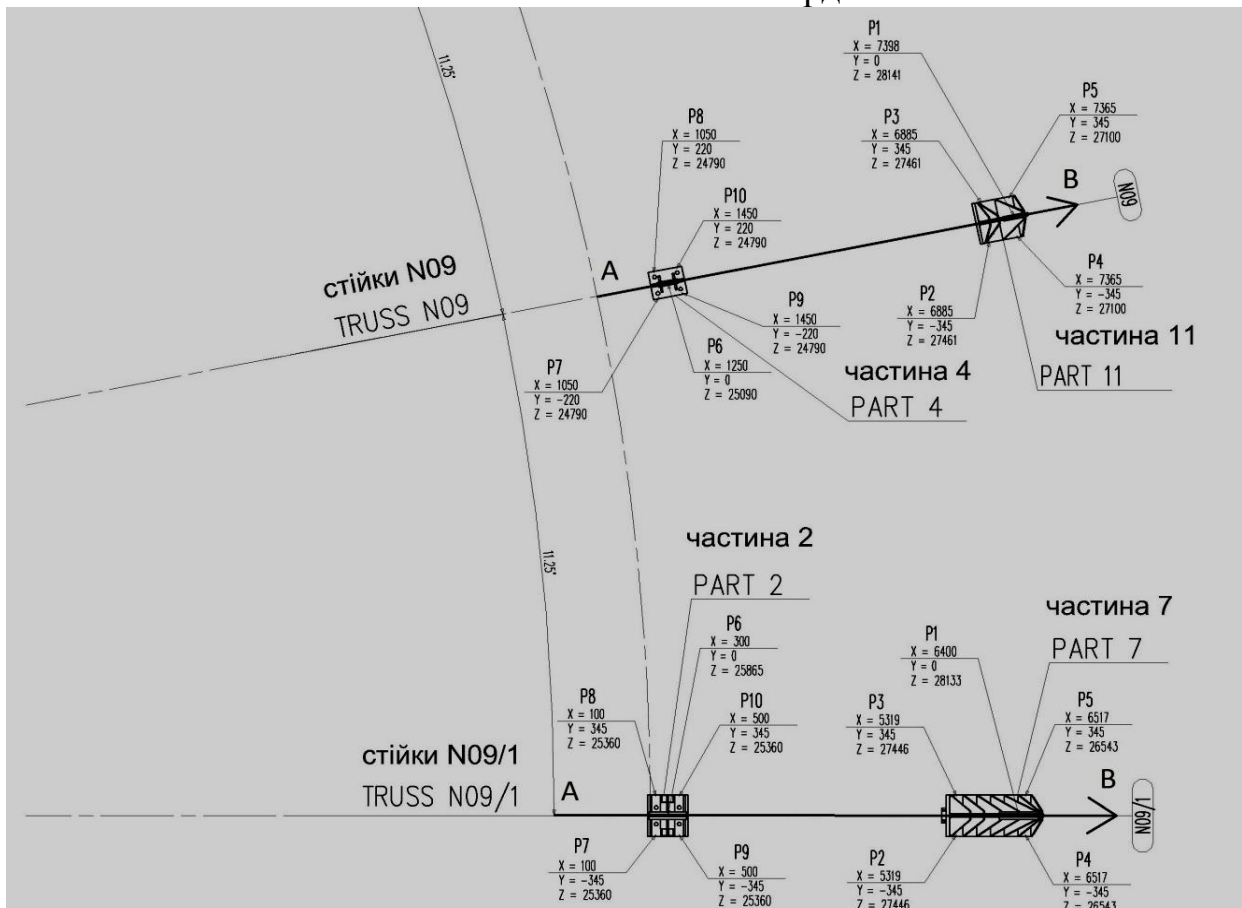


Рис. 7. Базисні лінії (А-В)

Точки А і В показують початок і кінець базисних ліній, які бралися за осі умовну систему координат.

Цей метод дозволяв, під час установки в проектне положення опорних частин, в реальному часі отримувати положення деталей в умовній системі координат.

Після встановлення опорних частин на них монтували готові секції даху, які потім об'єднувалися в суцільний каркас (рис. 8).



Рис. 8. Секції даху і готовий дах

Для визначення правильності положення каркасу, на ньому в головних вузлах були закріплені плівкові відбивачі, для яких тахеометром визначалися фактичні координати X, Y, Z . По цих же точках також було зроблено виконавче знімання готової конструкції даху.

Висновок. Отримані остаточні результати дослідження свідчать про достатню точність розроблених методів і методик винесення і визначення положення металоконструкцій стадіону. Аналогічні підходи можуть бути рекомендовані для виконання робіт по геодезичному забезпеченню будівництва стадіонів схожих за своєю конструктивною схемою.

ЛІТЕРАТУРА

1. Шульц Р.В. На пути к финалу Евро-2012. Геодезическое обеспечение реконструкции Национального спортивного комплекса «Олимпийский» в Киеве (Часть 1). /Р.В. Шульц // Инженерные изыскания. 2011. №2. С. 50-55.
2. Войтенко С.П. На пути к финалу Евро-2012. Геодезическое обеспечение реконструкции Национального спортивного комплекса «Олимпийский» в Киеве (Часть 2). / С.П. Войтенко, Р.В. Шульц // Инженерные изыскания. 2011. №8. С. 50-55.
3. Шульц Р.В. Инженерно-геодезическое обеспечение строительства стадиона в г. Львове. /Р.В. Шульц, Н.В. Белоус, В.Я. Ковтун, В.А. Игнатенко// Геопрофи. 2012. №5. С. 22-25.

4. Лобов М.И. Геодезический мониторинг спортивного комплекса «Донбасс-Арена» в прцессе эксплуатации./М.И. Лобов, А.А. Анненков, С.С. Маликов// Сучасні досягнення геодезичної науки і виробництва. 2012. №23. С. 154-158.

5. Войтенко С. Геодезичне забезпечення влаштування покрівлі НСК «Олімпійський» // Войтенко С., Шульц Р. / Сучасні досягнення геодезичної науки і виробництва. Вип. I. 2010. – С. 185-192.

6. Войтенко С.П. Створення спеціальних планових інженерно-геодезичних мереж значних споруд на прикладі реконструкції НСК «Олімпійський» // Войтенко С.П., Шульц Р.В., Кучеренко О.О., Швеньов С.А. / Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: Гірничо-геологічна. Вип. 12(173). – С. 47-56.

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрены вопросы применения современных геодезических технологий для обеспечения строительства футбольного стадиона в городе Львове. Подтвержден факт, что условиях современного строительства сложных сооружений реальным является достижение точности выполнения работ на уровне 2 мм.

SUMMARY

In the article the questions of application of modern geodetic technology are considered for providing of football stadium construction in Lvov. A fact, that terms of modern construction of difficult buildings the real is achievement of accuracy of work implementation at the level of 2 mm is confirmed