

В. Г. ПАСТУШКОВ, Г. П. ПАСТУШКОВ. (Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь)

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА ПОДЗЕМНОГО ОБЩЕСТВЕННО-ТОРГОВОГО ЦЕНТРА С ПАРКИНГОМ В г. МИНСКЕ

У роботі розглянуто деякі особливості проектування і будівництва, експериментально-теоретичних досліджень конструкцій багатофункціонального підземного комплексу – суспільно-торгового центру з паркінгом на площі Незалежності в м. Мінську.

В работе рассмотрены некоторые особенности проектирования и строительства, экспериментально-теоретических исследований конструкций многофункционального подземного комплекса – общественно-торгового центра с паркингом на площади Независимости в г. Минске.

In the article some features of designing and construction, experimental-and-theoretical researches of structures of the multifunctional underground complex (public shopping center with parking on the Independence sq. in Minsk) are considered.

Характерными признаками современных больших городов различных стран мира является стремительный рост населения, развитие транспортных магистралей, энергетики, возрастание экологической опасности. Решение этих проблем привело к усилению роли подземного строительства, увеличению номенклатуры подземных сооружений, определило необходимость в комплексном подходе к освоению подземного пространства.

Комплексная застройка подземного пространства крупных городов позволяет рационально использовать наземную территорию, содействует упорядочению транспортного обслуживания населения и повышению безопасности дорожного движения, снижает уличный шум и загрязнение воздуха выхлопными газами автомобилей, способствует повышению художественно-эстетических качеств городской среды. Подземные сооружения – неотъемлемая часть крупного города. Подземное строительство позволяет высвободить в новых районах значительную часть полезной площади.

На базе разветвленной сети метрополитена образуются важнейшие узлы городской инфраструктуры – метрополитенские центры.

Предполагается, что подземные многофункциональные комплексы должны связать в единую пространственную систему сети метрополитена, транспортных и инженерных тоннелей путем соответствующего размещения вблизи станций метрополитена железнодорожных станций и узлов пересадки и создания на раз-

личной глубине переходов между всеми звеньями системы.

Примером рационального использования подземного пространства является строительство подземного комплекса – общественно-торгового центра с паркингом на площади Независимости в г. Минске [1]. Был выполнен большой объем экспериментально-теоретических исследований при создании конструкции уникального сооружения, не имеющего аналогов в практике строительства подземных сооружений в Республике Беларусь [2].

Подземный многофункциональный комплекс представляет собой пространственное четырехъярусное сооружение с безбалочными железобетонными перекрытиями и покрытием в монолитном исполнении.

Конструкции подземного сооружения выполнены из железобетона с обычной арматурой.

Безбалочное железобетонное монолитное перекрытие представляет собой сплошную плиту толщиной 250 мм из бетона класса В30 (С 25/30), опертую непосредственно на колонны со скрытыми капителями.

Монолитные железобетонные безбалочные покрытия приняты из бетона В45 (С 35/45) толщиной 400 мм.

Класс бетона для колонн принят В45 (С 35/45).

Подземный паркинг представляет собой четырехъярусное сооружение прямоугольной формы в плане, с размерами в плане 91,3×78 м, с высотами ярусов – верхнего 4 м, всех после-

дующих 3,0 м. Сетка колонн в местах установки автомобилей 5,5×6,0 м, в проездах – 7,5×6,0 м.

По контуру сооружения безбалочная плита жестко сопряжена с несущими наружными стенами.

Подземные сооружения, сооружаемые открытым способом, работают, как правило, в режиме заданных нагрузок и отличаются более простой и определенной расчетной схемой.

Расчетная схема подземного сооружения выбрана таким образом, чтобы она в наибольшей степени соответствовала реальным условиям статической работы, отражая конструктивные особенности, материал конструкций, инженерно-геологические условия, а также способ производства работ.

Современные методы расчета позволяют использовать пространственную расчетную схему, хотя трудоемкость таких расчетов существенно возросла.

Расчетная схема сооружения принята в виде плиты на упругом основании с вышерасположенными стенами и перекрытиями. Фундаментная плита моделировалась трех- и четырехугольными плитными конечными элементами на упругом основании, а стены и перекрытия – трех- и четырехугольными конечными элементами оболочки.

Соединение стен с фундаментной плитой и перекрытиями принято жесткое. Упругое основание описывается модулем деформаций грунтов, залегающих в подошве фундаментной плиты.

Для расчета подземного комплекса принята автомобильная нагрузка в виде полос АК14 и специальной четырехосной нагрузки НК112 [3].

Расчет элементов сооружения выполнен с применением ПК «SCAD Office» (Киев, Украина) (рис. 1) и программы «БЕТА» (ПГУ, Новополоцк, Республика Беларусь).

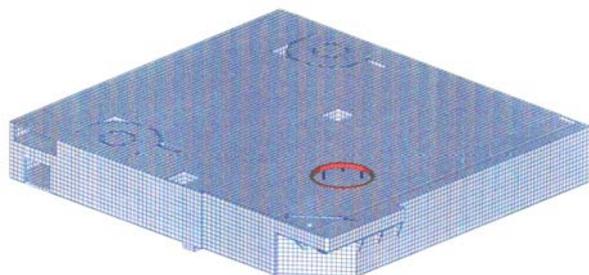


Рис. 1. Расчетная схема блока № 1 (паркинг)

Расчет сечений, нормальных к продольной оси элементов железобетонных конструкций, производился на основе общей деформационной расчетной модели с использованием расчетных диаграмм деформирования материалов, впервые введенной в СНБ 5.03.02-02 [4].

В качестве основной расчетной модели на продавливание принята хорошо зарекомендовавшая себя в проектной практике модель, принятая в СНБ 5.03.02-02.

Принято два конструктивных решения постановки вертикальной рабочей арматуры, пересекающей призму продавливания:

- для фундаментных плит большой толщины (равной 600 мм) в виде постановки рядов вертикальных каркасов;

- для плитных конструкций перекрытий и покрытий небольшой толщины – в виде установки закладных деталей, имеющих повышенную анкеровку вертикальных стержней за счет приваренных металлических пластин по концам.

Проверка правильности установленного рабочего армирования производилась по методу предельного равновесия.

Рабочие чертежи конструкций разработаны проектными институтами ОАО «Минскметрострой» и ОАО «Моноракурс».

Технология опалубочных работ при возведении монолитных железобетонных конструкций разработана институтом «БелНИИС».

Технологические карты на устройство монолитных железобетонных конструкций и на другие технологические процессы разработаны отделом технологического проектирования ОАО «Оргстрой» производственного концерна «Минскстрой».

Испытание фрагментов покрытия на действие монтажных нагрузок проведено НИЛ «Мосты и инженерные сооружения» БНТУ.

Испытание опытных образцов бетона, гидроизоляционных и других материалов проводились испытательной строительной лабораторией ОАО «Минскпромстрой» и контролировались сотрудниками БНТУ (ОНИЛ модифицированного бетона, сотрудниками кафедр «Мосты и тоннели», «Технология строительного производства», НИЛ «Мосты и инженерные сооружения» и др.) в построечных условиях.

Сооружение подземных сооружений – одна из технически сложных и трудоемких отраслей современного строительства, требующая относительно высоких материальных и финансовых затрат.

Для такого крупного подземного сооружения необходим был котлован с весьма значительными размерами сечения (рис. 2). Были применены различные способы крепления стен котлована.



Рис. 2. Разработка и крепление стен котлована

Принятый при строительстве открытый способ с углубленным котлованом позволил почти все технологические операции выполнять непосредственно с земли с последующей обратной засыпкой готового сооружения. Это позволило исключить специфически трудоемкие процессы, присущие подземному строительству.

Строители имели возможность использовать высокопроизводительные машины и оборудование, применять хорошо зарекомендовавшие в наземном строительстве опалубки типа PERI и бетоноукладочное оборудование (рис. 3, 4).



Рис. 3. Использование опалубки типа PERI

На рис. 5 представлена общая панорама выполняемых работ, которая показывает практически неограниченный фронт работ на строящемся объекте, что позволило существенно повысить темпы строительных работ.

Возводимые железобетонные покрытия бетонируются отдельными сопрягаемыми между собой участками.



Рис. 4. Применение бетоноукладочного оборудования



Рис. 5. Общая панорама выполняемых работ

В отличие от деформационных швов, в рабочем шве должны быть исключены перемещения стыкуемых поверхностей относительно друг друга. Строго выдерживались рекомендации по величине допустимого интервала перекрытия слоев бетона до образования рабочего шва, т.к. при перерывах в бетонировании качество контактного слоя бетона ухудшается во времени из-за процесса водоотделения и по ряду других причин.

Безбалочные покрытия выполнены бескапитальными и требовали особой тщательности при их выполнении. В первую очередь, это касалось узлового сопряжения покрытия с колоннами. Особое внимание было уделено точной постановке стальных закладных деталей, обеспечивающих несущую способность при продавливании.

Особенности строительства многофункционального комплекса открытым способом позволяют применить замкнутую схему гидроизоляции сооружения (рис. 6). При монолитных конструкциях, гидроизоляцию которых выполняли с наружной стороны, между стенами конструкции и креплением котлована предусмотрено рабочее пространство шириной 1,0 м.



Рис. 6. Устройство гидроизоляции сооружения

Прототипом принятой конструкции гидроизоляции послужило решение, основанное на широком использовании геосинтетиков [5].

В соответствии с ним, конструкция гидроизоляции фундаментной плиты состоит из подкладочного слоя геотекстиля, укладываемого по бетонной подготовке, гидроизолирующей полиэтиленовой HDPE – высокого давления геомембраны и последовательно укладываемых над ней защитных слоев из геотекстиля, полиэтиленовой пленки и армированного слоя бетона толщиной 60 мм. Считается, что подкладочный слой защищает геомембрану от повреждений, служит надежным внешним фильтром для предотвращения развития суффозии в случае отдельных протечек, вызванных не выявленными в процессе строительства повреждениями геомембраны или недостаточно качественной сваркой ее полотен. Однако существует проблема обеспечения надежности гидроизоляции из геосинтетиков даже в странах, где эти материалы применяются давно и широко.

Заслуживает внимания конструктивное решение гидроизоляции из геосинтетиков, разработанная в РФ, особенность которой состоит во введении дополнительного внутреннего страховочного дренажного слоя из полиэтиленовой геосетки, обеспечивающего отвод просачивающегося незначительного объема воды в водосборные приемки системы пожаротушения и за счет собственной прочности которого достигается более надежная защита гидроизолирующей мембраны от различного рода повреждений в процессе строительства.

Для устройства подкладочного слоя использовалось иглопробивное полотно (геотекстиль) с плотностью не ниже 700...800 г/м² с укрепляющей подкладкой.



Рис. 7. Общий вид в стадии завершения строительства

При научном сопровождении проектирования, строительства и наблюдения за поведением конструкций подземного общественно-торгового центра с паркингом на пл. Независимости в г. Минске выполнены следующие работы [2]:

- создание расчетной схемы блоков сооружения;
- уточнение нагрузок, действующих на сооружение;
- уточнение расчета на продавливание;
- выполнение расчета перекрытий по методу предельного равновесия;
- согласование рабочей документации конструкций фундамента и внутренних, и наружных стен, разработанной ОАО «Минск-метропроект»;
- согласование рабочей документации, разработанной ОАО «Моноракурс»;
- анализ результатов наблюдений за проведением строительно-монтажных работ в со-

ответствии с Технологическими картами, разработанными ОАО «Оргстрой»;

– разработка возможности работы гусеничного крана на покрытии паркинга для демонтажа башенных кранов;

– исследование поведения конструкций сооружения при действии монтажной нагрузки;

– оценка основных прочностных характеристик бетона и других материалов.

Проведенные натурные экспериментальные исследования работы конструкции монолитного железобетонного безбалочного покрытия при демонтаже башенного крана гусеничным краном РДК25 общим весом 47 т показали надежную работу выполненных монолитных конструкций с небольшими значениями зафиксированных вертикальных прогибов [2].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Подземный паркинг общественно-торгового центра на площади Независимости в Минске:

проектирование и строительство [Текст] / Г. П. Пастушков и др. // Строительная наука и техника. – Мн., 2005. – № 1. – С. 14-20.

2. Научное сопровождение проектирования, строительства и наблюдения за поведением конструкции подземного общественно-торгового центра с паркингом на пл. Независимости в Минске [Текст] : отчет о НИР / БНТУ, ПГУ; науч. рук. Т. М. Пецольд, Г. П. Пастушков. – Мн., 2004 – 2005.

3. СНиП 2.05.03-84*. Мосты и трубы [Текст] / Минстрой России. – М.: ГП ЦПП, 1996. – 214 с.

4. СНБ 5.03.01-02. Бетонные и железобетонные конструкции [Текст]. – Мн., 2003. – 140 с.

5. Юркевич, П. Гидроизоляция подземных сооружений с использованием геосинтетиков. Три подхода к обеспечению надежности гидроизоляции [Текст] / П. Юркевич. – М.: ТИМР, 2001. – 73 с.

Поступила в редколлегию 30.03.2010.

Принята к печати 05.04.2010.