

Окончание. Начало в № 2. С. 80 – 85

# Здание мэрии Москвы

Этапы проектирования и строительства.  
Часть 2. Проектирование и строительство нулевого цикла

Текст ВЛАДИМИР ТРАВУШ, д-р техн. наук, ЗАО «ЭНПИ»; АЛЕКСЕЙ ШАХВОРОСТОВ, канд. техн. наук, ЗАО «Курортпроект»; ДМИТРИЙ ЗЕЛЕНОВ, ООО «Инфорспроект»

С троится на участке №15 ММДЦ «Москва-Сити» высотное здание мэрии Москвы является уникальным. Ведь хотя оно будет не самым высоким в Сити – «всего» 72 этажа (верхняя отметка 308,4 м), но по общей площади – 636 тыс. кв. м – аналогов ему нет не только в Москве, но и среди высотных зданий мира. Впервые для нашей страны в большом объеме в вертикальных несущих конструкциях здания применен товарный бетон сверхвысокого класса по прочности В90. К настоящему моменту закончено сооружение нулевого цикла, включающего в себя возведение «стены в грунте», свайного основания, фундаментной плиты и шести подземных этажей. В статье приводится описание рабочего проекта строительных конструкций и некоторые детали работ этого этапа.

Авторы статьи – разработчики проекта строительных конструкций на стадиях «Проект» и «Рабочая документация». Первая часть статьи, в которой речь шла об истории развития проекта, опубликована в предыдущем номере журнала.

## ВОЗВЕДЕНИЕ «СТЕНЫ В ГРУНТЕ» И СВАЙНОГО ОСНОВАНИЯ

Строительство здания началось в конце 2005 года с возведения конструкций «стены в грунте» для ограждения котлована. Рабочий проект «стены в грунте» был разработан НИИОСП им. Герсеванова. С двух сторон – северной и восточной – «стена в грунте» имела толщину 800 мм, устойчивость обеспечивалась пятью ярусами анкеров несущей способностью (в зависимости от расположения яруса) 60, 80 и 120 т.

Со стороны Центрального ядра, где глубина котлована была меньше, устраивалось два яруса анкеров несущей способ-



ностью 60 т. Котлован выполнялся одновременно для двух граничащих участков – №15 и №14, поэтому с западной стороны участка №15 ограждение котлована не выполнялось. Разработка траншеи под «стену в грунте» была предусмотрена типовыми захватками длиной 6,8 м. Захватки разрабатывались гидрофрезой шириной 2,8 м в 3 этапа. В конструкции «стены в грунте» были применены бетон класса В25, арматура класса А500С. Генподрядчиком строительства выступило ОАО «Концерн МонАрх». В связи с жесткими сроками производства работ в качестве субподрядчиков по выполнению конструкции ограждения котлована было привлечено несколько организаций: ОАО «Мосинжстрой», ЗАО «Объединение «Ингеоком», ЗАО «Трансмонолит» и ЗАО «Элгид». С учетом возможностей подрядчиков по оборудованию, траншейная «стена в грунте» на стороне, граничащей с Центральным ядром, была заменена на «стену в грунте» из буронабивных свай диаметром 800 и 1000 мм (в зависимости от места). Работы по выполнению конструкций «стены в грунте» были завершены в конце весны 2006 года. Основная часть работ по рытью котлована и установке грунтовых анкеров была закончена в конце осени 2006 года. Однако в связи с трудностями производства работ, возникшими из-за необходимости удаления грунтового пандуса со стороны, примыкающей к Центральному ядру, по которому ездил техника, земляные работы и выполнение грунтовых анкеров велись до конца лета 2008 года, параллельно с работами по выполнению буронабивных свай и фундаментной плиты на других участках площадки (рис. 1, 2 и 3).

Рабочий проект свайного фундамента здания был выполнен НИИОСП им. Герсеванова в мае 2006 года. В фундаменте использовались буронабивные сваи двух типов: диаметром 1500 мм, длиной 20 м (563 шт.) и диаметром 900 мм, длиной 17 м (58 шт.). В плане сваи располагались в виде сплошного свайного поля с шагом 3–5 метров (рис. 4 и 5). Концы свай забивались на глубину более 4 метров в толщу суворовских известняков. Расчетная нагруз-

ка на сваю диаметром 1500 мм составляла 3100 т, на сваю диаметром 900 мм – 950 тонн. Буронабивные сваи выполнялись из монолитного литого бетона класса по прочности В40 и марки по водонепроницаемости W8, армирование свай осуществлялось пространственными каркасами из арматуры класса А400.

Работы по забивке буронабивных свай на площадке строительства начались в октябре 2006 года. Основная часть свай была забита в апреле 2007 года; на участке, прилегающем к Центральному ядру, эти работы выполнялись до конца лета 2008 года.

## ВОЗВЕДЕНИЕ ФУНДАМЕНТНОЙ ПЛИТЫ

Рабочий проект фундаментной плиты был выпущен ЗАО «Курортпроект» в июне 2006 года. Подробности проекта и строительства фундаментной плиты уже были нами описаны в статье, вышедшей ранее в журнале «Высотные здания» (№2, 2008 г.). На тот момент была выполнена первая захватка фундаментной плиты. На рис. 6, 7 и 8 показано строительство других участков фундаментной плиты здания.

## ВОЗВЕДЕНИЕ КАРКАСА ПОДЗЕМНОЙ ЧАСТИ ЗДАНИЯ

Рабочий проект конструкций каркаса подземной части здания был выполнен ЗАО «Курортпроект» в ноябре 2006 года. Подземная часть здания с размерами в плане 118×95 м имеет 6 этажей общей высотой 22,4 метра. Общее описание несущих конструкций здания, в том числе конструкций нулевого цикла, приведено в предыдущем номере журнала. В этой статье мы остановимся на описании изделий стен ядер и колонн и особенностей строительства нулевого цикла.

Колонны подземной части здания подразделяются на 2 типа: основные, от фундаментной плиты до верха здания, и дополнительные, от фундаментной плиты до нулевой отметки. Дополнительные колонны были введены с целью уменьшения пролетов в подземной части здания и, следовательно,



уменьшения толщины перекрытий. Максимальные габариты основных колонн составляли 2000×2000 и 2250×1500 мм. Усилия в этих колоннах в уровне минус шестого этажа достигали значений  $N = 14\,500 - 15\,000$  т,  $M = 400 - 500$  т·м. Армирование колонн и график несущей способности колонн приведены на рис. 11 и 13. Коэффициент продольного армирования колонн  $\mu$  равен 0,036 для колонн 2000×2000 мм и 0,038 для колонн 1500×2250 мм. В колоннах были применены бетон класса В90 и арматура класса А500С. Требуемый предел огнестойкости колонн, согласно Специальным техническим условиям на здание, – R240. Выполненный расчет огнестойкости и огнесохранности подтвердил достаточность защитного слоя 65 мм для данной конструкции колонн и действующих на них нагрузок. В защитном слое была предусмотрена противокольчатая сетка. В связи с достаточно высоким процентом армирования колонн стыкование продольных стержней рабочей арматуры было предусмотрено при помощи муфт LENTON на конической резьбе. Стыки выполнялись с разбежкой по высоте колон-

Рис. 1. Общий вид котлована (сентябрь 2006 года)

Рис. 2. «Стена в грунте». Северо-восточный угол

Рис. 3. Южная часть котлована. Грунтовая берма

Рис. 4. Изготовление буронабивных свай (март 2007 года)

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ УЧАСТКА СТРОИТЕЛЬСТВА

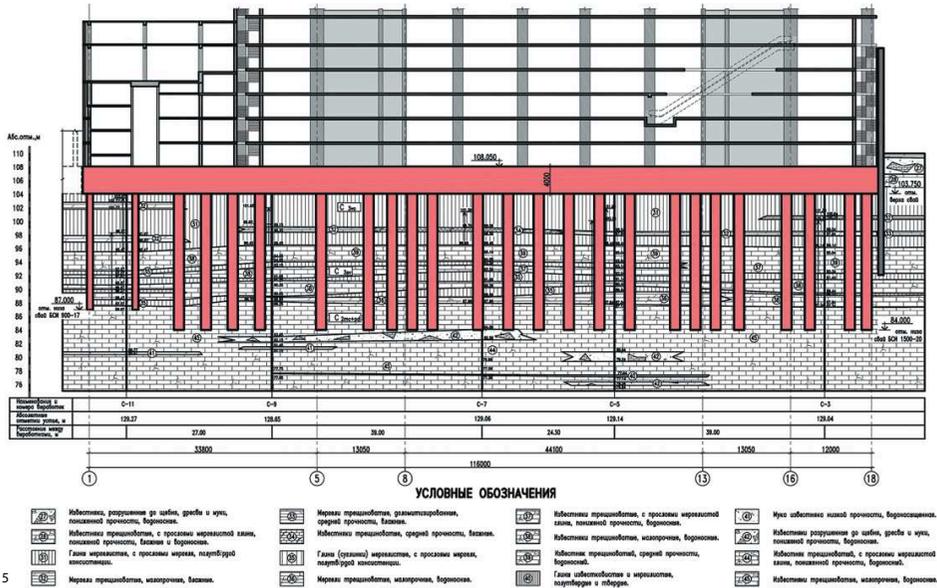


Рис. 5. Инженерно-геологические условия строительства

Рис. 6. Выполнение горизонтальной гидроизоляции фундаментной плиты

Рис. 7. Верхние сетки армирования фундаментной плиты

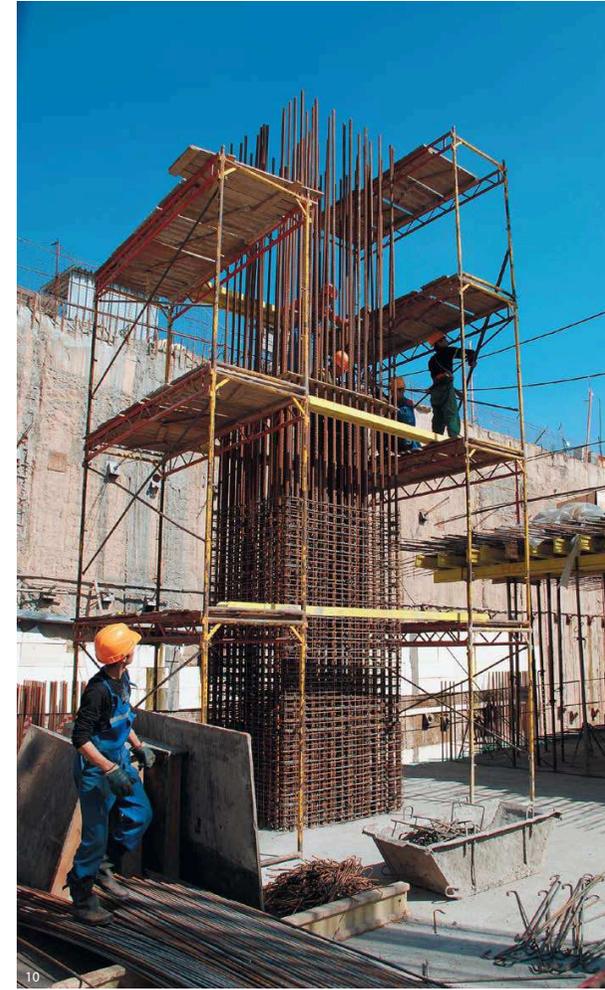
Рис. 8. Бетонирование 6-ой захватки фундаментной плиты

ны. Впоследствии, после смены генподрядчика, стыковка продольных стержней осуществлялась внахлестку. В целях обеспечения качественного пробетонирования колонн применялся самоуплотняющийся бетон.

Конструкция стен ядер показана на рис 12. Толщина наиболее нагруженных стен ядер составляла 600 и 800 мм. Коэффициент продольного армирования стен  $\mu$  составляет 0,043 для стен толщиной 600 мм и 0,032 для стен толщиной 800 мм. В стенах ядер был применен бетон класса В90 и арматура класса А500С. Требуемый предел огнестойкости стен ядер, согласно требованиям Специальных технических условий на здание, REI240. Выполненный расчет огнестойкости и огнестойкости подтвердил достаточность защитного слоя 85 мм для данной конструкции стен ядер

и действующих на них нагрузок. В защитном слое была предусмотрена противооткольная сетка.

Высокий класс бетона колонн и стен ядер по прочности – В90 привел к необходимости применения в перекрытиях бетона класса по прочности В60, что было обусловлено результатами расчетов на смятие участка перекрытия между стенами или колоннами соседних этажей. Вариант применения в перекрытиях бетонов разных классов по прочности был отклонен из-за сложности практической реализации такого решения на площадке – возникла необходимость устройства большого количества рабочих швов бетонирования в перекрытиях. Практика подтвердила правильность выбранного решения – при строительстве в перекрытиях и без этого по разным причинам получалось большое количество рабочих швов бетонирования.



При строительстве такого большого здания с применением товарного бетона столь высоких классов по прочности – В60 и В90 особенно важной была задача получения в конструкциях фактической прочности бетона, соответствующей проекту. Кроме того, бетоны высоких классов подвержены повышенным усадочным деформациям. Подбор состава бетонной смеси, контроль качества бетона на строительной площадке осуществляли сотрудники лаборатории химических добавок и модифицированных бетонов НИИЖБ под руководством доктора технических наук С. С. Каприелова. Ход строительства показал, что данная задача была успешно выполнена.

Строительство шестиэтажного подземного каркаса нулевого цикла здания велось силами подразделений ОАО «Концерн МонАрх» (восточная часть, примыкающая к Экспоцентру) и подразделений ЗАО «Моспромстрой» (западная часть, примыкающая к зданию на участке №14). К работам на первой захватке приступили в феврале 2009 года, завершено же возведение нулевого цикла было в апреле 2010 года. В целом работы на площадке велись ритмично и качественно. Контроль качества и общий контроль строительных работ вела служба технадзора заказчика – ТУКС-1 ОАО «Москапстрой» под руководством С. В. Агиткина. Недостатки и отклонения оперативно обнаруживались и исправлялись. Требования к качеству строительных работ, предъявляемые службой тех-

надзора заказчика, были жесткими. Так например, технадзором не принимались отклонения стержней рабочей арматуры колонн в плане перед бетонированием свыше 20 мм. Для колонн размером 1500x2250 мм, в которых 152 стержня рабочей арматуры диаметром 32 мм, это требовало точной геодезической разбивки, установки шаблонов.

Рис. 9. Общий вид участка строительства (февраль 2009 года)

Рис. 10. Армирование колонны на 3-м этаже



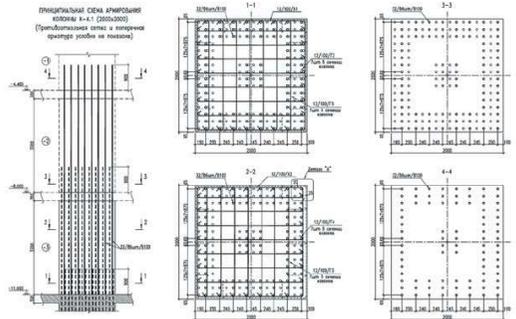


Рис. 11. Схема армирования колонны сечением 2000 × 2000 мм

Рис. 12. Схема армирования стены ядра жесткости толщиной 800 мм

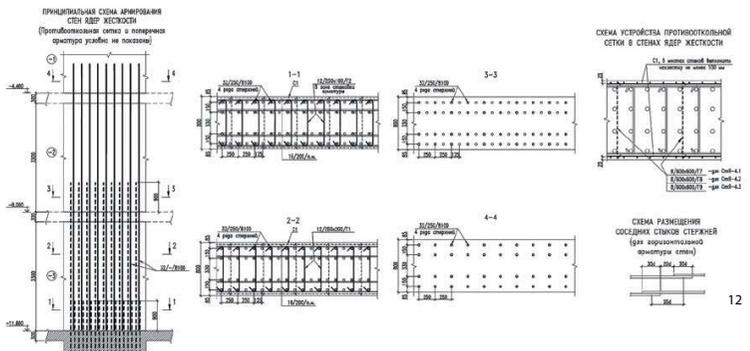
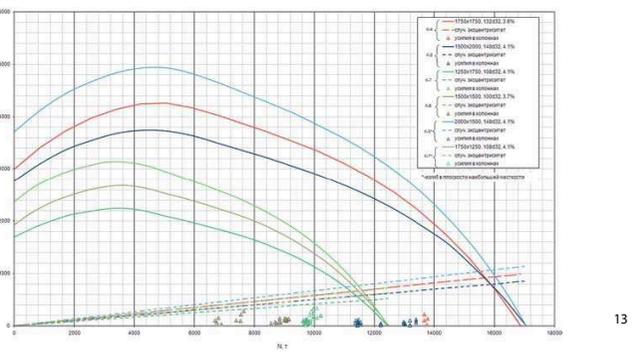


Рис. 13. Графики несущей способности N-M для колонн нижнего яруса

Рис. 14. Армирование стен ядер жесткости в северной части участка

Рис. 15. Общий вид участка строительства (июль 2009 года)

Рис. 16. Выполнение кругового пандуса



13



17

18

19

ний срок годности грунтовых анкеров крепления ограждения котлована. И хотя после дополнительного обследования и испытания сотрудниками НИИОСП им. Герсеванова был продлен срок годности анкеров еще на полгода, проблему это не снимало, и в начале 2009 года пришлось спешно возводить сначала часть конструкций нулевого цикла по периметру «стены в грунте» для передачи усилий с анкерами с истекшим сроком годности на диски перекрытий. Кроме того, приходилось разрабатывать специальную систему переопираний перекрытий и стадийность срезы анкеров по ярусам (рис. 17). Решение крепления ограждения котлована грунтовыми анкерами в нашем случае, по сравнению с другими вариантами, технически и экономически было эффективно. Однако в случае возможной остановки строительства из-за отсутствия финансирования, кризиса, смены заказчика, подрядчика

и т. п. для столь крупных объектов могут возникнуть серьезные проблемы. В 2008 году из-за кризиса рассматривалась возможность приостановки строительства нулевого цикла на стадии выполнения фундаментной плиты. Однако, во многом из-за опасности ситуации, что ограждение большого котлована глубиной более 26 метров внутри плотной застройки могло потерять несущую способность, несмотря на кризис, финансирование этих работ было обеспечено и подземную часть здания достроили. В ходе проектирования и строительства этого крупного уникального объекта строители, проектировщики, заказчики обогатились новым опытом. Несмотря на то, что в данный момент строительство приостановлено из-за поиска инвесторов, нет сомнения, что через некоторое время силуэт нового дома московского правительства достойно дополнит вид «Москва-Сити».

Рис. 17. Выполнение работ в зоне примыкания к «стене в грунте»

Рис. 18. Будущая автостоянка на 6-м этаже

Рис. 19. Проемы для эскалаторов, ведущих с 4-го на 1-й этаж