

***INTERNATIONAL HOTEL «RITZ CARLTON» IN THE
TVERSKAYA STREET IN MOSCOW. DIFFICULT
REALIZATION OF THE COMPLICATED PROJECT.
(RUSSIAN VERSION PDF)***

***P.B. Yurkevich, S.S. Sukhanov,
Yurkevich Engineering Bureau Ltd.,
Moscow, Russian Federation***



МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОТЕЛЬ «RITZ CARLTON» НА УЛИЦЕ ТВЕРСКОЙ (Г. МОСКВА) ТРУДНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ СЛОЖНЕЙШЕГО ПРОЕКТА

**П.Б. Юркевич, С.С. Суханов,
ООО «Инженерное бюро Юркевича»
Москва, Россия**



ВВЕДЕНИЕ

Весной 2003 г. началось строительство отеля международного класса категории 5* по улице Тверская 3-5 стр. 1 на месте снесенной по решению Правительства Москвы 24-этажной гостиницы «Интурист» с двухуровневым подземным пространством.

Технико-экономическим обоснованием на месте сносимой гостиницы предусматривалось строительство 11-этажного нового отеля также с двухуровневым подземным пространством, но на стадии «Проект» по предложению ЗАО «Объединение «Ингеоком» перешли к проектированию пятиуровневого подземного пространства.

Вначале проектирование отеля велось под будущего оператора – «Hilton», но после смены инвестора в 2004 г. было принято решение повысить уровень отеля и привести в соответствие планировочные решения, а также требования по эксплуатации к более высоким стандартам нового оператора – «Ritz Carlton».

Смена инвестора и оператора отеля во время строительства не могли не сказаться на сроках его проектирования и строительства. Вот почему рабочее проектирование этого престижного и непростого объекта несколько затянулось и велось параллельно с развернувшимся строительством в чрезвычайно сжатые сроки.

Проекты организации специальных геотехнических и общестроительных работ при возведении нулевого цикла, а также конструкций ограждения котлована и буровых колонн разработаны нами по заказу ЗАО «Объединение «Ингеоком», проектирование монолитных железобетонных конструкций и гидроизоляции нулевого цикла производилось по заказу «Red Square Development Company» Ltd.

Дополнительно по заказу «Red Square Development Company» Ltd. нами выполнена проверка несущей способности и армирования конструкций надземной части здания в строительный период по единой с подземной частью трехмерной модели с учетом неравномерности деформаций оснований буровых колонн.

Автором и координатором проекта пятизвездочного отеля de luxe – «Ritz Carlton» является мастерская № 22 ОАО «Моспроект-1». Разработку рабочих архитектурно-планировочных чертежей осуществляет турецкая компания «ONCUOGLU ARCHITECTURE CO.» Ltd., проектирование строительных конструкций надземной части здания – турецкая компания «URAL ENGINEERING CO.» Ltd. – все при сопровождении российской фирмы «Миран-1».

Мониторинг за деформациями фундаментов и состоянием окружающих зданий и сооружений, попадающих в зону влияния строительства нового отеля, осуществляет специализированная компания «Креал», мониторинг за деформациями конструкций возводимого отеля – НИИОСП им. Н.М. Герсеванова.

Специальные геотехнические работы выполнены ЗАО «Объединение «Ингеоком», генеральным подрядчиком на общестроительные работы в феврале 2005 г. инвесторы выбрали ООО «ГРМ-Строй». Гидроизоляционные работы доверены ООО «Гидрокор».

ОСОБЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА

Условия строительства осложнены близким расположением зданий гостиницы «Националь», театра им. М.Н. Ермоловой, психологического факультета МГУ, коллектора вдоль ул. Тверской, а также оставленными после сноса гостиницы «Интурист» (в котловане глубиной около 8 м) элементами старых конструкций, разбор которых мог привести к повреждению близлежащих зданий.

При выполнении подготовительных работ под слоем грунтовой засыпки в котловане был обнаружен фрагмент монолитной железобетонной фундаментной плиты снесенной гостиницы «Интурист» толщиной около 1 м и площадью 675 м², вплотную примыкавший к фундаментам гостиницы «Националь».

Также после ликвидации временного съезда в котлован со стороны гостиницы «Националь» были обнаружены брошенные фундаменты и конструкции. Со стороны здания психологического факультета МГУ обнаружили аналогичные фрагменты фундаментов и заброшенные канализационные трубы.

Оставляемые в котловане при сносе гостиницы «Интурист» старые подпорные конструкции со стороны театра им. М.Н. Ермоловой, а также коллектор мелкого заложения вдоль ул. Тверской были предварительно усилены монолитными бетонными поясами-пригрузами. Оказавшиеся затем частично в габарите строящегося отеля эти пригрузки создали немало проблем при выполнении ограждения котлована и потребовали использования временной металлической подкосной крепи при срубке бетона в негабаритных местах до устройства форшахт.

Вероятно, о том, как будет возводиться здание нового отеля, в каких условиях и где будет располагаться строительная площадка и бытовой городок при сносе гостиницы «Интурист» никто даже не задумывался.

Учитывая габаритные размеры котлована глубиной 20 м при площади каждого из пяти подземных этажей свыше 5000 м², геологические условия и стесненность строительства (ограждение котлована из буресекущихся свай приближено к строениям гостиницы «Националь» на расстояние 90 см), а также жесткие директивные сроки строительства, иного способа, как использовать полужакрытый способ с параллельным возведением надземных и подземных этажей по схеме «вверх и вниз» («top & down») не оставалось.

Но картина проблем со строительством и проектированием отеля «Ritz Carlton» была бы абсолютно не полной, а принятие инженерных решений и собственно рабочее проектирование – не на столь виртуозном уровне, если бы не «сюрприз» с сервисным тоннелем метрополитена.

О существовании этого тоннеля узнали при согласовании документации на стадии «Проект» и лишь после того, как было принято окончательное решение по возведению пяти подземных этажей вместо первоначально намечавшихся двух, когда дороги назад авторам идеи столь заглубленного подземного пространства уже не осталось.

Откровенно говоря, было очень непросто найти выход из того тупика, в который загнал нас этот сервисный тоннель, «подрезавший» и исключивший из работы в качестве опорных конструкций семь буровых колонн и фактически разделивший нулевой цикл здания под углом на две разновеликие и разнодеформируемые части.

Поскольку в 11 м охранный тоннель передача сосредоточенных нагрузок на грунтовой массив буровыми колоннами, а также давления фундаментной плитой, первоначально были запрещены, в несущем каркасе здания, строящегося по схеме «вверх и вниз», появилась зигзагообразная «брешь» 17 м ширины.

Ситуация усугублялась тем, что объемно-планировочное решение надземной части отеля предусматривает на втором этаже универсальный зал («ballroom») размером 42,5x17 м без единой колонны при стандартной сетке колонн на нижележащих этажах 8,5x8,5 м, а начиная

с четвертого этажа – внутренний двор-атриум с размерами в плане 18,1х25,3 м.

Кроме того, в подземной части здания, возводимой по схеме «сверху-вниз», выполнить межэтажные перекрытия стандартной толщины 320 мм и пролетом 17 м на месте образовавшейся «бреши» без промежуточных опор было просто нереально.

Не удивительно, что предварительные пространственные расчеты такого несущего каркаса показали, здание, в буквальном смысле слова, разваливается в процессе строительства еще до завершения фундаментной плиты. Стало очевидным, без разработки специальных решений в конструкции здания и технологии его строительства решить проблемы не удастся.

Так родилась идея использования временных монолитных железобетонных балок-стенок на втором подземном этаже и укороченных буровых колонн в охранной зоне тоннеля, работающих в качестве подвесок до возведения под ними фундаментной плиты и демонтажа балок-стенок.

Ничего подобного при использовании способа строительства «top & down» в России никому ранее делать не приходилось. А отказаться от строительства столь престижного отеля одновременно вверх и вниз и возводить сначала только подземную часть по схеме «сверху-вниз» по политическим причинам было уже невозможно.

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

Геологический разрез на глубину до 45 м представлен:

- насыпными грунтами, включающими пески с линзами супеси и суглинка, строительным мусором, слежавшимися, мощность толщи от 4,8 до 7,3 м, за исключением котлована на месте снесенной гостиницы «Интурист», где насыпные грунты сохранились лишь по его бортам;
- аллювиальными отложениями мощностью от 7,3 до 9,8 м, включающими различные пески (от пылеватых и мелких до крупных и гравелистых) с линзами супеси слоистой, пластичной;
- флювиогляциальными отложениями мощностью от 0,6 до 2,0 м, включающими суглинки слабослюдястые, с линзами песка, с гравием, щебнем, тугопластичные, а также пески мелкие;
- породами измайловской толщи мощностью от 2,9 до 3,2 м, включающими известняки низкой прочности, разрушенные до блоков, муки, дресвы и мелкого щебня;
- глинами мергелистыми мешеряковской толщи мощностью до 3,8 м с прослоями мергеля, полутвердыми;
- породами перхуровской толщи мощностью от 8,8 до 10,1 м, включающими известняки, разрушенные до блоков, муки, дресвы и мелкого щебня, а также известняки трещиноватые, пониженной прочности;
- глинами мергелистыми неверовской толщи мощностью до 6,6 м с прослоями мергеля, полутвердыми;
- породами ратмировской толщи вскрытой мощностью до 6,3 м, включающими мергели трещиноватые, низкой прочности, а также известняки трещиноватые, пониженной прочности.

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

Строительство нулевого цикла отеля осуществляется в зоне влияния четырех горизонтов грунтовых вод:

- верховодки, приуроченной к кровле флювиогляциальных суглинков и обнаруженной на глубине 12-13,5 м от поверхности;
- безнапорных вод измайловской толщи, приуроченных к кровле мешеряковских

мергелистых глин и обнаруженных на глубине 16-17 м;

- безнапорных вод перхуровской толщи, приуроченных к кровле неверовских мергелистых глин и обнаруженных на глубине 23,2-25,5 м;

- напорных вод ратмировской толщи, пьезометрический уровень которых устанавливается на глубине 32,7-33 м.

По заключению гидрогеологов нарушение режима грунтовых вод трех верхних горизонтов связано с откачками метрополитена, а также работой постоянного дренажа в основании Торгово-рекреационного подземного комплекса «Охотный ряд» на Манежной площади. Участок строительства отнесен к потенциально опасному в карстово-суффозионном отношении.

Последний вывод подтвердился при выполнении специальных геотехнических работ, когда были зафиксированы значительные потери бентонитового раствора и воды в известняках измайловской и перхуровской толщ.

КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ НУЛЕВОГО ЦИКЛА

Возведение конструкций нулевого цикла предусмотрено полностью из монолитного железобетона. Конструкция нулевого цикла включает:

- несущие и ограждающие стены из буросекущихся свай диаметром 830 мм и шагом 650 мм, являющиеся одновременно противофильтрационными;

- буровые колонны диаметром 720/1200 мм, являющиеся опорами перекрытий при строительстве способом «вверх и вниз» и включаемые в работу в качестве постоянных несущих конструкций;

- безбалочное перекрытие на отм. 0,000 м толщиной 500 мм под дворовой частью и 320 мм – под надземной частью здания;

- безбалочные межэтажные перекрытия толщиной 320 мм;

- фундаментную плиту толщиной 1000 мм, за исключением зоны над сервисным тоннелем метрополитена, где ее толщина составляет 1500 мм;

- прижимные стены гидроизоляции толщиной 250 мм;

- стены и пандусы въездной рампы, противопожарные стены, стены лестничных клеток и лифтовых шахт толщиной 250 мм;

- обоймы усиления буровых колонн диаметром 1200 мм, а также сечением 960x1200 мм и 960x1800 мм с округленными торцами;

- колонны диаметром 700 мм, а также сечением 960x1200 мм и 960x1800 мм с округленными торцами.

Все монолитные железобетонные конструкции предусмотрены из бетона В30, W6, F100, за исключением фундаментной плиты, где принят бетон В30, W10, F100 и стен из буросекущихся свай, для которых принят бетон В25, W8, F100.

Буросекущиеся сваи ограждения котлована возведены под защитой обсадных металлических труб станками С40 или С60 «Casagrande». Причем, буровые сваи первой очереди выполнения приняты неармированными, а секущие сваи второй очереди выполнения – армированными. Арматурные каркасы свай усилены в зонах примыкания перекрытий в штрабах.

Буровые колонны** диаметром 72/120 см из бетона класса В30, без которых была бы невозможна реализация всего проекта, выполнены по модифицированной технологии возведения и в модифицированной конструкции, в отличие от буровых колонн, примененных на строительстве Многофункционального комплекса «Царев сад» на Софийской набережной в Москве и подземной 5-уровневой автостоянки МФГЦ «Альфа-Арбат-Центр».

При этом в каждом арматурном каркасе буровой колонны были заложены: одна металли-



ческая трубка для индивидуальной уточняющей геологоразведки и контроля вертикальности положения каркаса в процессе монтажа с помощью инклинометра, промывки основания от бурового шлама, образования уширенной подошвы струйной цементацией и одна трубка для ультразвукового контроля качества бетонирования колонны.

Поскольку к конструкции нулевого цикла отеля с трехуровневой подземной автостоянкой предъявляются требования по огнестойкости не менее 2,5 часов, опирание межэтажных перекрытий на буровые колонны принято жестким и по принципу «бетон на бетон». Чтобы исключить передачу высоких температур при пожаре от металлических труб-опалубок на рабочую арматуру узлов, перекрытия «врезаются» на 147 мм по контуру внутрь колонн. При этом повышенная величина защитного слоя бетона отделяет рабочую арматуру перекрытия и буровых колонн от прорезанных по кольцу труб-опалубок.

Буровые колонны, расчетные усилия в которых на стадии эксплуатации превышают предельно допустимые по несущей способности величины (без учета работы металлических труб-опалубок), по мере возведения подземных этажей заключаются в монолитные железобетонные обоймы усиления. При этом врезка перекрытий не производится, а трубы-опалубки превращаются в жесткое армирование усиленных колонн, поскольку рабочая арматура обойм в свою очередь имеет защитный слой бетона не менее 40 мм.

Перекрытия над первым и вторым подземными этажами посредством арматурных выпусков через обвязочные монолитные железобетонные балки жестко объединены со стенами из буросекущихся свай.

Перекрытия над третьим, четвертым и пятым подземными этажами, а также фундаментная плита, посредством штраб глубиной 150 мм шарнирно опираются на стены из буросекущихся свай.

Узлы сопряжения всех перекрытий и фундаментной плиты со стенами рам, лифтовых шахт, лестничных клеток, противопожарными стенами и прижимными стенами гидроизоляции, а также перекрытий с колоннами, приняты жесткими посредством арматурных выпусков.

*** - Конструкция и технология возведения буровых колонн запатентованы в России (Патент РФ на изобретение № 2229557 с приоритетом от 02.06.2003 г., Патент РФ на полезную модель № 34952 с приоритетом от 31.07.2003 г.) и странах СНГ (Евразийский Патент на изобретение № 005441 с приоритетом от 02.06.2003 г.).*

В настоящее время завершается патентование по процедуре РСТ в странах Европы, а также патентование в США.

ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ НУЛЕВОГО ЦИКЛА

Конструкция гидроизоляции нулевого цикла тесно увязана с гидрогеологическими условиями строительства и особенностями возведения конкретных этажей. Гидроизоляция со второго по пятый подземные этажи выполняется по внутренней замкнутой и непрерывной схеме «аквариума» и не предусматривает внешнего постоянного дренажа. При этом гидроизоляция в узлах сопряжения стен с фундаментной плитой и промежуточными перекрытиями проходит через штрабы глубиной 150 мм, обеспечивая непрерывность схемы.

Высокая надежность гидроизоляции ниже уровня грунтовых вод обеспечивается полиэтиленовыми геомембранами в сочетании с внутренним страховочным дренажным слоем и внешним слоем геотекстиля высокой прочности и плотности. В случае локального необнаруженного повреждения гидроизолирующего слоя или некачественной сварки отдельных швов его полотен, страховочный дренажный слой позволяет отвести просачивающееся через дефекты гидроизоляции стен и фундаментной плиты (отфильтрованное внешним геотекстильным фильтром) небольшое количество воды в водосборные

приямки внутренней системы пожаротушения нулевого цикла, размещенные над защищенной гидроизоляцией и оборудованные насосами. Достаточно быстрое заиливание внешнего фильтра не только предотвращает развития суффозионных процессов, но и приводит к снижению течей.

В связи с тем, что второй подземный этаж возводился в открытом котловане под защитой ограждения из буросекущихся свай и существенно выше уровня грунтовых вод, гидроизоляция на этом этаже выполнялась внутренней оклеечной из двух слоев «Изопласта П» марки ЭПП-4,0. Гидроизоляции стен из буросекущихся свай предшествовало выравнивание их лицевой поверхности цементно-песчаным раствором М200 по арматурной сетке. Гидроизоляция стен защищалась слоем геотекстиля плотностью 600 г/м², полиэтиленовой пленкой толщиной 0,16 мм и прижимными монолитными железобетонными стенами толщиной 250 мм.

Гидроизоляция на первом подземном этаже выполнялась также оклеечной из «Изопласта», но наружной, и защищалась по требованию заказчика пенополистирольным утеплителем «Пеноплэкс 45» толщиной 100 мм. Пазухи между стенами первого подземного этажа отеля и оставленными конструкциями снесенной гостиницы «Интурист», а также коллектором мелкого заложения заполнялись песко-цементной смесью.

Гидроизоляция на третьем, четвертом и пятом подземных этажах или ниже уровня грунтовых вод принята внутренней из полиэтиленовых геомембран «Solmax 880» толщиной 2,0 мм по подкладочному слою геотекстиля плотностью 600 г/м². Ее защита предусмотрена слоем геотекстиля плотностью 600 г/м², полиэтиленовой пленкой толщиной 0,16 мм и прижимными монолитными железобетонными стенами толщиной 250 мм, рассчитанными на полное гидростатическое давление.

Полиэтиленовая гидроизоляция опорных штраб в стенах из буросекущихся свай дополнительно усиливается фартуками из дренажной полиэтиленовой сетки «Tenax GNT 1300», геомембраны «Solmax 880» и геотекстиля плотностью 600 г/м².

Стыковка оклеечной внутренней гидроизоляции стен из «Изопласта» и гидроизоляции из полиэтиленовых геомембран выполнена на битумно-каучуковой мастике на третьем подземном этаже выше существующего уровня грунтовых вод более, чем на 3 м. Дополнительное уплотнение зоны нахлеста двух разных гидроизоляционных материалов выполнено с помощью фартука из полиэтиленовой геомембраны, анкеруемого в теле бетона прижимной стены посредством уплотнительной полиэтиленовой ленты «GSE ws 200/30 PE».

Гидроизолирующие полиэтиленовые геомембраны из-под фундаментной плиты выводятся на стены из буросекущихся свай, выровненными цементно-песчаным раствором М200.

Гидроизоляция фундаментной плиты геомембраной «Solmax 880» выполняется по слою бетонной подготовки с разуклонкой не менее 0,3% (в сторону водосборных приямков) и защищается слоем дренажной полиэтиленовой сетки «Tenax GNT 1300» и геотекстиля плотностью 600 г/м², затем полиэтиленовой пленкой толщиной 0,16 мм и защитным армированным бетонным слоем толщиной не менее 60 мм.

Узлы сопряжения фундаментной плиты с буровыми колоннами герметизируются приваркой фартуков из полиэтиленовой геомембраны «Solmax 880» к закладным уплотнительным «GSE ws 200/30 PE» лентам, заанкеренным в теле бетона буровых колонн при их возведении.

В свою очередь к фартукам вокруг колонн привариваются «GSE ws 300/30 PE» уплотнительные ленты, образующие замкнутые квадратные отсеки. Все сварочные работы при выполнении узлов гидроизоляции данного типа производятся экструзионным способом.

Дополнительное уплотнение узлов вокруг буровых колонн осуществляется внутри замкнутых после бетонирования фундаментной плиты отсеков путем инъектирования раствора на цементе НЦ10 или ВНВ700, а в случаях, когда поглощение раствора слабое – составом на основе метил-метакрилата.

Гидроизоляция покрытия или дворового участка перекрытия над первым подземным этажом также предусматривается по высоконадежной схеме. Конструкция гидроизоляции покрытия предусматривает:

- пароизоляцию из «Изоэласта П» марки ЭПП-4,0, служащую одновременно страховочной гидроизоляцией;
- утеплитель «Пеноплэкс 45» толщиной 100 мм с прочностью на сжатие не менее 50 т/м² из экструзионного вспененного полистирола;
- подкладочный слой из геотекстиля плотностью 600 г/м²;
- гидроизоляцию из геомембраны «Solmax 860» толщиной 1,5 мм;
- защитный слой геотекстиля плотностью 600 г/м² аналогичный подкладочному;
- защитный слой бетона класса В25, F100, W4 толщиной 100 мм, армированный двумя сварными сетками (диаметром 10 А-III/100х100 - нижняя, диаметром 3 Вр-1/50х50 – верхняя) толщиной 100 мм.

Гидроизоляции покрытия обязательно предшествует устройство разуклонки из бетона класса В15, F100, W4 с уклонами поверхности. Все зоны обрыва геомембраны при выводе на стены и за стены уплотняются с помощью уплотнительных полиэтиленовых лент «GSE PolyLock» или прижимных металлических планок, закрываемых впоследствии облицовкой фасадов.

ОБЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА МЕЖДУНАРОДНОГО ОТЕЛЯ

Для уменьшения влияния на окружающие здания, коллектор мелкого заложения и сервисный тоннель метрополитена глубокого заложения, а также для максимального сокращения продолжительности строительства, возведение отеля «Ritz Carlton» осуществляется не по классической схеме полужакрытого способа («сверху-вниз»), а по усовершенствованной – «вверх и вниз» с одновременным возведением надземных и подземных этажей.

На строительстве отеля принята следующая последовательность производства работ:

- подготовительные работы;
- возведение стен ограждения котлована из буросекущихся свай с отсыпаемых пригрузочных бERM высотой около 3 м и шириной по гребню около 12 м (Рис. 1);
- возведение буровых колонн с монолитной железобетонной плиты рабочего уровня на дне существующего после разборки гостиницы «Интурист» котлована на участках, ограниченных пригрузочными бERMAми или завершенными стенами ограждения котлована



Рис. 1. Завершение возведения стен ограждения котлована из буросекущихся свай. Возведение буровых колонн.

из буросекущихся свай, параллельно с дальнейшим возведением ограждающих стен;

- установка временной металлической подкосной крепи ограждения котлована вблизи гостиницы «Националь» и коллектора мелкого заложения;

- возведение перекрытия над третьим подземным этажом безопалубочным способом на подготовленном грунтовом основании, устройство основания башенного крана в зоне лифтового холла;

- монтаж башенного крана в зоне лифтового холла на перекрытии над третьим подземным этажом для возведения конструкций второго и первого подземных, первого – одиннадцатого надземных этажей;

- возведение конструкций второго подземного этажа по схеме «снизу-вверх», включая временные монолитные железобетонные балки-стенки толщиной 400 мм над сервисным тоннелем метрополитена, поэтапная ликвидация временной металлической подкосной крепи ограждения котлована;

- возведение конструкций первого подземного этажа по схеме «снизу-вверх», включая перекрытие над первым подземным этажом в дворовой части (Рис. 2);



Рис. 2. Возведение конструкций второго и первого подземных этажей в открытом котловане.



Рис. 3. Временная строительная площадка на перекрытии. Начало экскавации грунта под защитой перекрытий.

- монтаж второго башенного крана на перекрытии над первым подземным этажом и организация временной строительной площадки на этом перекрытии в дворовой части (Рис. 3), обустройство проезда между театром им. М.Н. Ермоловой и строящимся отелем к временному монтажному проему в зоне рампы.

- монтаж на перекрытии над первым подземным этажом двух приточных и двух вытяжных установок временной вентиляции для проветривания подземного пространства в процессе экскавации котлована под защитой перекрытий и возведения конструкций третьего-пятого подземных этажей;

- экскавация грунта под защитой перекрытия над третьим подземным этажом (Рис. 4, 5, 6);

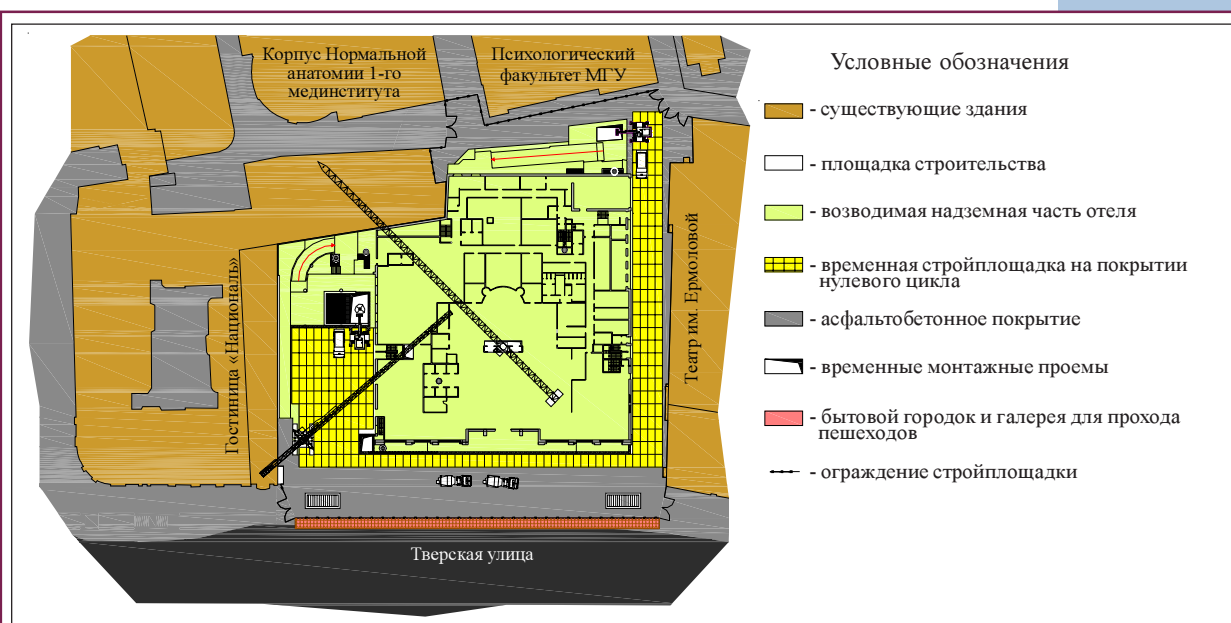


Рис. 4. Ситуационный план на стадии экскавации грунта под защитой перекрытий.



Рис. 5. Эскавация грунта под защитой перекрытия над третьим подземным этажом.



Рис. 6. Есть сбойка эскавации грунта под защитой перекрытия над третьим подземным этажом.

- возведение конструкций первого-четвертого надземных этажей (Рис. 7, 8), перекрытия над четвертым подземным этажом безопалубочным способом на подготовленном грунтовом основании и внутренних несущих конструкций третьего подземного этажа (Рис. 9, 10, 11);

- установка временной металлической крепи на третьем подземном этаже в створе временных монолитных железобетонных балок-стенок для вывески укороченных буровых колонн над сервисным тоннелем метрополитена;



Рис. 7. Двухсветный вестибюль в надземной части отеля.



Рис. 8. Завершение возведения четвертого надземного этажа со стороны двора.



Рис. 9. Возведение монолитного железобетонного перекрытия над четвертым подземным этажом безопалубочным способом на подготовленном грунтовом основании.



Рис. 10. Возведение монолитного железобетонного перекрытия над четвертым подземным этажом в зоне вывешенной на буровых колоннах рампы.



Рис. 11. Завершение возведения монолитных железобетонных обойм усиления буровых колонн на третьем подземном этаже.

- экскавация грунта под защитой перекрытия над четвертым подземным этажом (Рис. 12, 13, 14);

- возведение конструкций пятого-седьмого надземных этажей (Рис. 15), перекрытия над



Рис. 13. Выдача грунта грейферным экскаватором «Atlas 1074» через технологический проем под погрузку в автосамосвал во время экскавации под защитой перекрытия над четвертым подземным этажом.



Рис. 12. Экскавация грунта под защитой перекрытия над четвертым подземным этажом. Подготовка грунтового основания к бетонированию захватки перекрытия над пятым подземным этажом.



Рис. 14. Экскавация грунта под защитой перекрытия над четвертым подземным этажом вблизи рампы.



Рис. 15. Возведение конструкций шестого и седьмого надземных этажей.

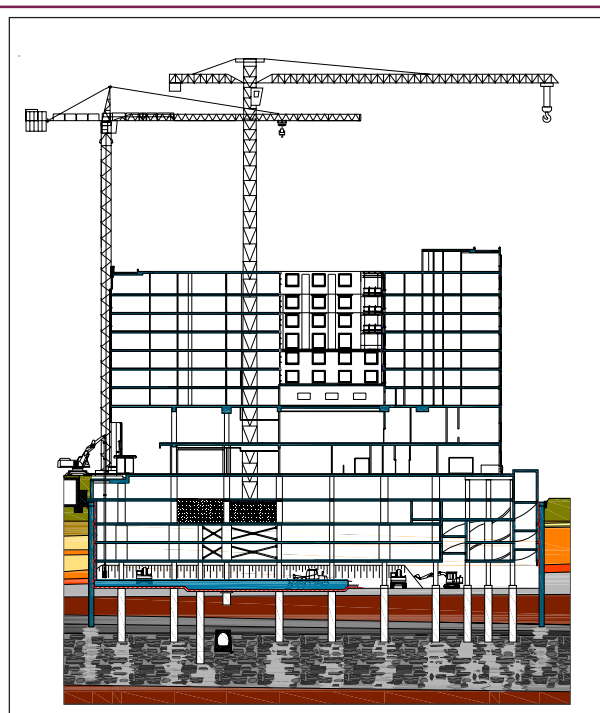


Рис. 16. Завершение экскавации грунта под защитой перекрытия над пятым подземным этажом. Возведение девятого и десятого надземных этажей и фундаментной плиты над сервисным тоннелем метрополитена.

пятым подземным этажом безопалубочным способом на подготовленном грунтовом основании и внутренних несущих конструкций четвертого подземного этажа;

- установка временной металлической крепи на четвертом подземном этаже в створе временных монолитных железобетонных балок-стенок для вывески укороченных буровых колонн над сервисным тоннелем метрополитена;

- экскавация грунта под защитой перекрытия над пятым подземным этажом до проектной отметки дна котлована;

- возведение конструкций восьмого и девятого надземных этажей, фундаментной плиты и части внутренних несущих конструкций пятого подземного этажа (Рис. 16);

- возведение конструкций десятого и одиннадцатого надземных этажей, а также оставшейся части внутренних несущих конструкций пятого подземного этажа;

- | | |
|---|--|
| - насыпные грунты | - мука со щебнем и дрсвой доломита |
| - пески с линзами супеси и суглинка | - известняки сильнотрещиноватые, кавернозные |
| - пески крупные, средней крупности и мелкие | - известняки разрушенные, кавернозные |
| - супеси и суглинки | - глины твердые с линзами доломитов |
| - глины твердые, аргиллитоподобные | |

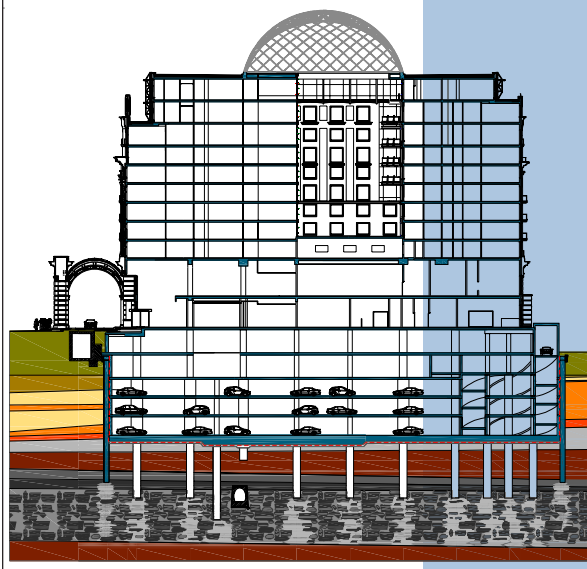
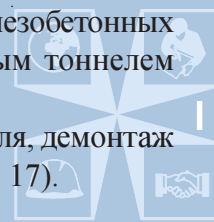


Рис. 17. Поперечный разрез здания отеля на стадии эксплуатации.

- начало возведения внутренних перегородок, устройство полов в надземной и подземной частях здания, монтаж инженерных систем и оборудования, отделка фасадов;

- демонтаж башенного крана в лифтовом холле и временных монолитных железобетонных балок-стенок, использовавшихся для вывески буровых колонн над сервисным тоннелем метрополитена;
- монтаж купола, завершение отделки фасадов и внутренних помещений отеля, демонтаж второго башенного крана в дворовой части, благоустройство территории (Рис. 17).



ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА НУЛЕВОГО ЦИКЛА

Строительство нулевого цикла нового отеля было решено выполнять без засыпки оставшегося после сноса гостиницы «Интурист» котлована глубиной около 8 м, восходившего террасами к его бортам, вдоль которых было оставлено немало старых конструкций и фундаментов. В дальнейшем, когда и внутри котлована под грунтовой засыпкой было найдено немало старых брошенных конструкций, правильность принятого решения лишь подтвердилась.

Поскольку подошвы фундаментов здания гостиницы «Националь» находились выше на 1 м, а лоток коллектора, проходящего вдоль Тверской улицы, на 2 м выше отметки дна котлована, то возведение ограждающих стен из буросекующих свай пришлось выполнять под защитой пригрузочных берм высотой около 3 м и шириной по гребню около 12 м (Рис. 1).

Ликвидация остатков подземных конструкций и фундаментов гостиницы «Интурист» продолжалась длительное время с повышенными мерами безопасности, с параллельной отсыпкой пригрузочных берм и устройством форшахт для возведения ограждающих стен из буросекующихся свай.

Впервые в нашей практике для сооружения форшахт был разработан специальный комплект рабочей документации, содержащий временную металлическую подкосную крепь и подробные инструкции как по удалению старых конструкций и фундаментов, так и по последовательности производства работ на различных участках.

Наибольшие проблемы при выполнении форшахт создал крупный фрагмент монолитной железобетонной плиты от снесенной гостиницы «Интурист», который вплотную прилегал к фундаментам здания гостиницы «Националь» в уровне их подошв. Вот почему было решено не разбирать эту плиту до возведения ограждения котлована из буросекующихся свай, а приспособить ее под форшахты.

Предварительно выполнялись внешние ветви форшахт шириной и высотой ~90 см, вплотную примыкавшие к фундаментам гостиницы «Националь» и объединявшиеся со старой фундаментной плитой посредством забуриваемых арматурных стержневых анкеров. Затем в плите специальными пилами выпиливались прорезы шириной 850 мм и возводились внутренние ветви форшахт аналогичным внешним ветвям образом, но шириной 30 см. Пространство между ветвями форшахт засыпалось трамбуемым песком, затем отсыпались вышеупомянутые пригрузочные бермы.

Работы по устройству форшахт выполнялись захватками по 6 м и в шахматном порядке. Полностью удалили эту старую фундаментную плиту лишь после возведения ограждения котлована из буросекующихся свай и устройства монолитной железобетонной обвязочной балки.

Со стороны театра им. М.Н. Ермоловой под внешние ветви форшахт приспособлялись подпорные конструкции снесенной гостиницы «Интурист», усиленные при разборке монолитными бетонными поясами-пригрузами. Внутренние ветви форшахт высотой 3 м выполнялись толщиной 25 см и в виде «L»-образных подпорных стен. Пространство между ветвями форшахт заполнялось трамбуемым песком, затем отсыпались пригрузочные бермы. Предварительно между ветвями форшахт устанавливались деревянные распорки. Т.к. монолитные бетонные пояса-пригрузки, использовавшиеся для усиления старых оставленных

подпорных конструкций снесенной гостиницы «Интурист», частично оказались в габарите ограждающих стен строящегося отеля, их пришлось подрубить.

В наиболее опасных зонах подрубки бетонных поясов-пригрузов при выполнении форшахт со стороны театра им. М.Н. Ермоловой использовалась временная металлическая подкосная крепь, вырезаемая уже после отсыпки пригрузочных берм. Подкосная крепь упиралась в монолитные железобетонные буровые колонны, выполненные к тому времени с плиты рабочего уровня на дне котлована.

Схожим образом под защитой временной металлической подкосной крепи подрубались бетонные пояса-пригрузки усиления коллектора мелкого заложения со стороны улицы Тверской, выполнялись ветви форшахт и пригрузочные бермы.

Типовые форшахты удалось использовать лишь на незначительной части периметра ограждения котлована из буросекущихся свай.

Подготовительные работы при строительстве нулевого цикла включали также устройство технологических дорог из сборных железобетонных плит и монолитных железобетонных плит рабочего уровня.

Возведение ограждения котлована из буросекущихся свай осуществлялось захватками с пригрузочных берм и параллельно с устройством буровых колонн.

В первую очередь с уровня дна котлована и без разборки старых конструкций, а также за пределами съезда в котлован со стороны гостиницы «Националь» были возведены буровые колонны, не требовавшие предварительного устройства ограждения и переноса съезда. После этого, по мере завершения участков ограждения котлована с устройством обвязочной балки по верху стены и разборки старых конструкций, на этих участках удалялись пригрузочные бермы и возводились буровые колонны вдоль стен. В последнюю очередь возводились буровые колонны на месте существовавшего съезда в котлован со стороны гостиницы «Националь».

С учетом схемы загрузки буровых колонн и их положения по отношению к сервисному тоннелю метрополитена глубокого заложения было сформировано шесть основных групп колонн: три группы по армированию и три – по глубине заложения.

Основной тип буровых колонн выполнен на глубину 20 м от верха плиты рабочего уровня. Буровые колонны в охранной зоне сервисного тоннеля метрополитена выполнены укороченными. Впоследствии укороченные буровые колонны вывешены с помощью временных монолитных железобетонных балок-стенок толщиной 400 мм, возведенных на втором подземном этаже, и временной металлической диагональной крепи на третьем и четвертом подземных этажах.

Временные железобетонные балки-стенки и металлическая крепь перераспределяют усилия с вывешиваемых буровых колонн на соседние, расположенные по обе стороны от сервисного тоннеля и заглубленные ниже его лотка. С этой целью пришлось выполнить 7 дополнительных буровых колонн. По типу армирования колонны делятся на особо усиленные, усиленные и облегченные. Два типа буровых колонн, вышеупомянутых первыми, по мере возведения третьего-пятого подземных этажей усиливаются монолитными железобетонными обоями. Особо усиленные колоны размещены под углами атриума в надземной части здания. Усиленные – под надземной частью здания за пределами атриума. Облегченные применялись под дворовой частью здания и непосредственно под атриумом. Для возможности возведения лестничных клеток и лифтовых шахт по схеме «снизу-вверх» и «сверху-вниз» одновременно, а также ramпы по схеме «сверху-вниз» были предусмотрены буровые колонны с облегченным каркасом, которые позволили вывесить эти конструкции.

После завершения всех специальных геотехнических работ возводилось перекрытие над третьим подземным этажом безопалубочным способом на подготовленном основании. Поскольку в основании залегали пески различной крупности, подготовка заключалась

собственно в виброуплотнении природных песков с устройством по верху выравнивающей стяжки из цементно-песчаного раствора М200 толщиной около 5 см.

Стяжка выравнивалась виброрейками по направляющим деревянным рейкам, предварительно установленным под геодезическим контролем. При необходимости лицевая поверхность выравнивающей стяжки дополнительно шлифовалась.

Для исключения адгезии стяжки и бетона перекрытия, а также достижения качества лицевой поверхности, до выполнения армирования перекрытия поверхность стяжки закрывалась полиэтиленовой или полипропиленовой пленкой толщиной 0,4-0,5 мм. Для предотвращения образования складок на пленке при укладке ее натягивали и закрепляли к стяжке дюбелями.

По мере возведения захваток перекрытия над третьим подземным этажом, примыкавших к ограждению котлована из буросекущихся свай, снималась временная металлическая подкосная крепь. Затем в открытом котловане были возведены несущие конструкции второго подземного этажа: стены лифтовых и вентиляционных шахт, стены и пандус ramпы, лестничные клетки, колонны, прижимные стены гидроизоляции, а также временные железобетонные балки-стенки.

Перед возведением перекрытия над третьим подземным этажом выполнялись следующие работы:

- вдоль ограждения котлована из буросекущихся свай для выполнения и гидроизоляции штраб отрывалась траншея глубиной 2 м (вдоль гостиницы «Националь» работы велись под защитой временной металлической подкосной крепи);
- вырубались штрабы в стенах из буросекущихся свай;
- штрабы выравнивались цементно-песчаным раствором М200, затем аналогичным раствором, армированным сеткой диаметром 3 Вр-I с шагом 50x50 мм, выравнивались стены из буросекущихся свай;
- выполнялась гидроизоляция узла сопряжения перекрытия и ограждающих стен двумя слоями «Изопласта» ЭПП-4,0, затем гидроизоляция защищалась геотекстилем плотностью 600 г/м² и прикрывалась полиэтиленовой пленкой толщиной не менее 0,16 мм, чтобы воспрепятствовать пропитке геотекстиля цементным молоком при бетонировании перекрытия.

Для сокращения продолжительности строительства башенный кран установили сразу же после бетонирования захватки перекрытия над третьим подземным этажом, причем часть захватки этого перекрытия имела толщину 1 м и служила распределительной плитой под центральным ядром лифтовых шахт, связывающих второй и первый подземные этажи со всеми надземными.

Башенный кран «Potain» с вылетом стрелы 60 м, установленный здесь, позволил без «мертвых зон» обслуживать сооружение второго и первого подземных этажей в открытом котловане и всех надземных этажей, а также ускорить ликвидацию временного съезда в котлован.

Для полного исключения временной металлической крепи в зоне ramпы и минимизации влияния на близлежащие здания в процессе поярусной экскавации грунта под нею, возведение конструкций ramпы со второго по четвертый подземные этажи принято опережающим порядком. Такое решение впервые в России применено нашим бюро на строительстве подземной пятиуровневой автостоянки МФГЦ «Альфа-Арбат-Центр».

Монолитные железобетонные перекрытия над вторым и первым подземными этажами, а также все внутренние несущие конструкции в открытом котловане возводились с применением инвентарных опалубок (Рис. 2).

Производство строительных работ существенно активизировалось после завершения возведения участка перекрытия толщиной 500 мм над первым подземным этажом под

дворовой частью отеля «Ritz Carlton». Когда бетон этого участка перекрытия набрал полную проектную прочность, здесь была организована наиболее удобная временная строительная площадка. Этот участок перекрытия был рассчитан на заезд грузовых автомобилей, автобетоносмесителей, работу на нем грейферных экскаваторов, а также на заезд пожарных машин во время эксплуатации отеля. С целью исключения повреждения упомянутого перекрытия в период строительства и распределения нагрузок от машин и оборудования над перекрытием выполнили распределительную песчаную подушку толщиной не менее 25 см, по которой уложили железобетонные дорожные плиты толщиной 17 см.

Проезд между строящимся зданием отеля и театром им. М.Н. Ермоловой удалось организовать лишь после завершения возведения перекрытия над первым подземным этажом и засыпки песко-цементной смесью пазух между оставленными старыми стенами снесенной гостиницы «Интурист» и стенами нулевого цикла отеля.

Для ускорения темпов строительства надземной части отеля вскоре на перекрытии над первым подземным этажом в дворовой зоне был установлен второй башенный кран.

За пределами надземной части здания в перекрытии над первым подземным этажом были предусмотрены три временных технологических проема, а также два отверстия для временной вентиляции подземного пространства во время экскавации. Технологические проемы предназначены как для выдачи грунта из-под перекрытий, так и для подачи строительных материалов, опалубки, землеройной техники, другого оборудования.

Выдача грунта из-под перекрытий во время экскавации производится двумя экскаваторами с навесным грейферным оборудованием («Atlas 1704» и «Hitachi EX200-5») (Рис. 3).

Экскавация грунта под защитой перекрытия над третьим подземным этажом выполнялась из трех монтажных проемов – двух в дворовой части и одного возле ramпы. Землеройное оборудование опускалось под перекрытие в стартовые котлованы автомобильным краном требуемой грузоподъемности. Разработка грунта на этом ярусе осуществлялась четырьмя малогабаритными экскаваторами «Hitachi Zaxis 70», «Hitachi Zaxis 60», «Hitachi EX30», а также шестью малогабаритными автопогрузчиками «Bobcat» (S175, 773, 863).

В среднем была достигнута производительность экскавации – 800 м³/сутки при трехсменной работе. В отдельные дни, когда не велось параллельное бетонирование перекрытия над четвертым подземным этажом, достигнутая производительность экскавации составляла 1100 м³/сутки.

Начало экскавации под защитой перекрытия над третьим подземным этажом было осложнено очередным сюрпризом – на глубине свыше 9 м была обнаружена толстая монолитная железобетонная плита размером 22х8 м, фрагменты кирпичной кладки, отдельные деревянные сваи. Обнаруженную плиту пришлось распиливать на куски с мерами предосторожности и удалять через технологические проемы (Рис. 18).

Собственно экскавация осуществлялась автопогрузчиками «Bobcat», поскольку малогабаритные экскаваторы использовались лишь для разрыхления грунта и перекладки его из труднодоступных мест. Высота яруса экскавации составляла 3,1 м в свету.

Параллельно с экскавацией грунта и за пределами путей его транспортировки к



Рис. 18. Очередной сюрприз – во время экскавации грунта под защитой перекрытия над третьим подземным этажом обнаружена старая монолитная железобетонная плита.

технологическим проемам выполнялась песчаная виброуплотняемая (с помощью ручного катка типа «BW60S») подготовка, затем выравнивающая стяжка из цементно-песчаного раствора М200 толщиной до 5 см.

До возведения перекрытия над четвертым подземным этажом безопалубочным способом поверхность стяжки, также как и при возведении перекрытия над третьим подземным этажом, закрывалась полиэтиленовой или полипропиленовой пленкой толщиной 0,4-0,5 мм.

Перекрытие над четвертым подземным этажом выполнялось захватками по мере готовности захваток выравнивающей стяжки. Возведению захваток этого перекрытия вдоль ограждающих стен из буросекущихся свай предшествовала разработка вдоль них траншей, вырубка опорных штраб, выравнивание цементно-песчаным раствором поверхности штраб и стен, гидроизоляция штраб и стен на третьем подземном этаже (Рис. 19), засыпка пристенных траншей, подготовка основания. Параллельно устанавливалась временная металлическая диагональная крепь для вывески укороченных буровых колонн на третьем подземном этаже.



Рис. 19. Гидроизоляция опорной штрабы в стене из буросекущихся свай на третьем подземном этаже.

Следом возводились внутренние несущие конструкции на третьем подземном этаже: стены лифтовых шахт и лестничные клетки, обоймы усиления буровых колонн, стены и пандусы въездной ramпы, а после завершения гидроизоляции ограждающих стен – прижимные стены (Рис. 9, 10, 11).

Для подачи бетонной смеси при бетонировании упомянутых конструкций в вышерасположенном перекрытии над третьим подземным этажом были предусмотрены специальные отверстия, формируемые закладными ПВХ-трубами внутренним диаметром 100 мм. Закладные трубы устанавливались в процессе возведения перекрытия над третьим подземным этажом и извлекались перед бетонированием внутренних несущих конструкций третьего подземного этажа.

Опираясь на данные мониторинга за состоянием окружающих зданий и с целью сокращения продолжительности строительства, экскавация грунта под защитой перекрытия над четвертым подземным этажом началась сразу же после того, как было завершено возведение его участка вдоль здания гостиницы «Националь». Дополнительно по нашей рекомендации был возведен 17 м по ширине участок перекрытия под надземной частью здания от одной ограждающей стены до другой или за пределами двух технологических проемов в зоне внутреннего двора отеля. Таким образом, экскавация грунта под защитой перекрытия над четвертым подземным этажом велась с отставанием по отношению к возведению захваток этого перекрытия и совмещалась по времени с завершением экскавации грунта на предыдущем ярусе под защитой перекрытия над третьим подземным этажом (Рис. 13, 14).

Производство земляных работ осуществлялось полностью аналогичным предыдущему ярусу экскавации образом и параллельно с продолжающимся возведением внутренних несущих монолитных железобетонных конструкций на третьем подземном этаже.

Технология и порядок возведения перекрытия над пятым подземным этажом и внутренних несущих конструкций пятого подземного этажа также аналогичны возведению перекрытия и внутренних монолитных железобетонных несущих конструкций на выше-расположенном этаже.

Экскавация грунта на последнем ярусе котлована под защитой перекрытия над пятым

подземным этажом отличается от двух предыдущих ярусов только тем, что высота яруса составляет 4,2 м, а в зоне над сервисным тоннелем метрополитена – 4,7 м. При его экскавации на глубину до 2-2,5 м вскрывается толща измайловских разрушенных известняков низкой прочности. Для разрушения блоков известняков малогабаритные экскаваторы «Hitachi Zaxis 60(70)» оборудуются навесными гидромолотами. Средняя расчетная производительность экскавации грунта на этом ярусе при трехсменной работе принята 500 м³/сутки.

Возведение фундаментной плиты, как и перекрытий, принято отдельными захватками и параллельно с экскавацией грунта, а также с опережающим выполнением песчано-щебеночной подготовки общей толщиной 15 см, бетонной подготовки толщиной 120 мм, гидроизоляции со страховочным дренажным слоем и ее защиты армированным слоем бетона толщиной не менее 60 мм. Бетонная подготовка при этом выполняется с разуклонкой более 0,3% в сторону водоотводных приемков внутренней системы пожаротушения.

Уширенные части, вывешенных с помощью временных железобетонных балок-стенок и металлической диагональной крепи, буровых колонн над сервисным тоннелем метрополитена вырезаются по высоте 60 см от уровня низа фундаментной плиты. Непосредственно в зонах этой срезки устраиваются дополнительные распределительные песчаные подушки – и все это для исключения передачи концентрированных нагрузок на грунтовый массив над тоннелем после демонтажа временных балок-стенок и металлической крепи. Фундаментная плита в этой зоне, а также в смежных зонах распределения наибольших нагрузок через временные железобетонные балки-стенки принята толщиной 1500 мм. В остальных зонах фундаментная плита выполняется толщиной 1000 мм.

Естественно, что в первую очередь возводятся захватки фундаментной плиты толщиной 1500 мм, чтобы как можно быстрее подвести фундаментную плиту под вывешенные временно буровые колонны, а также усилить монолитными железобетонными обоймами наиболее нагруженные буровые колонны. После этого снимаются все ограничения по возведению надземных этажей отеля (Рис. 16).

Параллельно с фундаментной плитой и аналогичным вышележащим двум этажам образом возводятся внутренние несущие конструкции пятого подземного этажа: стены и пандусы въездной ramпы, противопожарные стены, стены лифтовых шахт и лестничные клетки, оставшиеся обоймы усиления буровых колонн, а после завершения гидроизоляции ограждающих стен – прижимные стены.

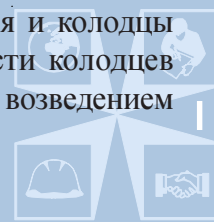
Демонтаж временных конструкций (металлической крепи и монолитных железобетонных балок-стенок), использовавшихся для вывески буровых колонн над сервисным тоннелем метрополитена глубокого заложения, разрешен лишь после полного завершения возведения всех несущих конструкций нулевого цикла и набора бетоном этих конструкций 100% проектной прочности. При этом часть временных монолитных железобетонных балок-стенок не демонтируется, а остается в качестве постоянных стен на втором подземном этаже, поскольку они были возведены на месте перегородок в соответствии с архитектурно-планировочным решением.

Т.к. стены ограждения котлована из буросекущихся свай выполнены также в качестве противофильтрационных, внутрикотлованный открытый водоотлив понадобился лишь при экскавации грунта под защитой перекрытий над четвертым и пятым подземными этажами или ниже установившегося горизонта грунтовых вод. Для этого ограждающие стены заглублены в кровлю перхуровских известняков, пронизав насквозь толщу водоупорных мергелистых глин мещеряковской толщи.

Водоотлив принят с помощью шламовых насосов типа «ГНОМ» из шести перекадываемых водосборных колодцев, устанавливаемых опережающим порядком по отношению к экскавации.

В процессе поярусной экскавации котлована под перекрытиями железобетонные кольца

водосборных колодцев, попадающие в зону земляных работ, демонтируются и колодцы переаглубляются. Оставшиеся ниже проектной отметки дна котлована части колодцев засыпаются гранитным щебнем с послойной трамбовкой непосредственно перед возведением захваток фундаментной плиты над ними.



КАЧЕСТВО СТРОИТЕЛЬСТВА И ПРЕОДОЛЕНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ТРУДНОСТЕЙ

Впервые именно на строительстве отеля «Ritz Carlton» российский подрядчик использовал инклинометр при центрировании арматурных каркасов с целью обеспечения жестких проектных допусков возведения буровых колонн (положение верха колонны в плане ± 5 мм, отклонение оси колонны от вертикали не более 1:500). Хотя подрядчику так и не удалось обеспечить при возведении всех буровых колонн упомянутые допуски, все же ни для одной из них отклонение от вертикали не превысило 10 мм на 1 этаж или на 3 м (по данным геодезической исполнительной съемки после экскавации). Вместе с тем, в соответствии с нормативными требованиями допустимым для колонн диаметром 720 мм является случайный эксцентриситет 24 мм на этаж, в то время как при расчете несущей способности буровых колонн нами учитывался возможный суммарный эксцентриситет 55 мм на этаж.

Для обеспечения безопасности строительства был предусмотрен ультразвуковой контроль качества бетонирования буровых колонн и мониторинг за деформациями несущего каркаса здания отеля в процессе возведения.

В ходе проведенного ультразвукового контроля специалистами ОАО ЦНИИС НИЦ «Мосты» были выявлены зоны дефектов почти в 30% буровых колонн. Не сложно было установить причины их появления, когда зачастую нарушалась технология возведения: не производилась регенерация бентонитовой суспензии, не удалялся шлам со дна скважин до монтажа арматурных каркасов и бетонирования буровых колонн.

Чтобы обезопасить строительство здания отеля способом «top & down» по требованию авторов проекта были пробурены разведочные скважины диаметром ~120 мм по осям трех наиболее дефектных (по данным ультразвукового контроля) колонн до подошв с отбором кернов и их испытанием в строительной лаборатории. Визуальный осмотр этих кернов показал, что непосредственно в центральной осевой части таких колонн сплошность бетонирования обеспечена, однако в бетоне присутствует достаточно высокое количество каверн размером от 3 до 12 мм, а также встречаются примеси бентонита и песка. Кроме того, вскрылось, что вместо предусмотренного по проекту гравийного заполнителя фракции 3-10 мм часто использовался щебень фракции 5-20 мм, что не могло не сказаться на качестве бетонирования.

Испытания кернов в лаборатории показали, что при высокой средней прочности бетона, его прочность на сжатие не соответствует проектному классу В30 из-за высоких значений коэффициента вариации. На основании выбуренных кернов и результатов ультразвукового контроля был сделан прогноз о том, что все же основные дефекты носят локальный характер и приурочены к пространству между арматурными каркасами и трубами-опалубками, что и было подтверждено позднее во время строительства третьего и четвертого подземных этажей.

Данные инклинометрического и ультразвукового контроля использовались для перепроверки фактической несущей способности буровых колонн по пространственной расчетной модели всего здания отеля, как в процессе строительства, так и в стадии эксплуатации. По результатам расчетов было сделано заключение, что в сложившейся ситуации до возведения фундаментной плиты и усиления буровых колонн монолитными железобетонными обоймами на пятом подземном этаже там, где это необходимо, возможно

возвести всего четыре надземных этажа с устройством полов, кирпичных перегородок, монтажом инженерных систем, временным складированием строительных материалов на всех уровнях.

Для сокращения общей продолжительности строительства здания отеля был принят к дальнейшему производству работ альтернативный вариант, предусматривающий возведение девяти надземных этажей до возведения фундаментной плиты, но без устройства полов, кирпичных перегородок, монтажа инженерных систем и складирования строительных материалов. Дополнительными, обязательными условиями при реализации этого варианта стали требования авторов проекта по устранению дефектов в буровых колоннах на каждом предыдущем подземном этаже до экскавации грунта на последующем, интенсификации мониторинга за деформациями несущих конструкций здания и права авторов на оперативное внесение изменений в порядок производства строительных работ по его результатам.

По нашему настоянию для обследования буровых колонн и устранения в них выявляемых дефектов были привлечены специалисты НИИЖБ, разработавшие регламент ремонтных работ на базе проработанных нами конструктивных и технологических требований. Для того, чтобы полностью гарантировать надежность эксплуатации здания отеля и исключить зависимость фактической несущей способности колонн от качества ремонтных работ, а также необходимость проведения повторного обследования после ремонта, было принято решение по увеличению армирования монолитных железобетонных обойм усиления буровых колонн. Армирование обойм усиления в таком случае подбиралось расчетным путем без учета устранения дефектов в буровых колоннах.

Одной из сложнейших проблем проектирования был поиск оптимальной конструкции фундаментной плиты и узлов ее сопряжения с буровыми колоннами над сервисным тоннелем метрополитена.

В первом приближении фундаментная плита была принята постоянной толщины 1500 мм, жестко соединенная с нижними частями буровых колонн и шарнирно со стенами из буросекущихся свай или такой же, как и на стадии «Проект». В этом случае плита работает как единый свайный ростверк, перераспределяющий нагрузки в случае снижения несущей способности любой из «свай» по основанию из-за потенциально возможного развития карстовых процессов в известняках перхуровской толщи. Непосредственно над сервисным тоннелем метрополитена, а также в его охранной зоне, буровые колонны были выполнены укороченными или на 2,2 м ниже отметки дна котлована.

Предварительные проверочные расчеты, выполненные ОАО ЦНИИС НИЦ «Тоннели и метрополитены» показали, что на завершающей стадии строительства отеля при таком решении фундаментов повреждение обделки сервисного тоннеля неизбежно. В связи с этим с позиций обеспечения сохранности тоннеля было рекомендовано увеличить толщину фундаментной плиты до 2200 мм и исключить передачу ею давление на грунтовый массив непосредственно над охранной зоной тоннеля. С этой целью предполагалось под фундаментной плитой и над охранной зоной тоннеля по бетонной подготовке уложить пенополистирольные блоки, прочностью, достаточной для восприятия исключительно веса бетонной смеси и армирования при возведении фундаментной плиты. При приложении приращения строительных нагрузок на завершающей стадии строительства и эксплуатационных нагрузок пенополистирольные блоки деформировались бы и не передавали давление на грунтовый массив.

Нашими пространственными статическими расчетами было доказано, что при таком решении проблемы сохранности обделки тоннеля возникают самые серьезные проблемы с надземной частью здания, особенно в зоне большепролетных конструкций. И не удивительно, т.к. часть фундаментной плиты работало как жесткий свайный ростверк на упругом основании, а часть плиты – по принципу перегруженного моста без какого-либо отпора по

основанию. Вследствие такой работы возникала такая разность деформаций несущих монолитных железобетонных конструкций в надземной части здания, когда уже невозможно было обеспечить ни их прочность, ни трещиностойкость.

Совместно с НИЦ «Тоннели и метрополитены» нам все же удалось найти выход, обоснованный геомеханическими и статическими компьютерными расчетами. Окончательным стало решение выполнить фундаментную плиту над охранной зоной сервисного тоннеля на упругом основании толщиной 1500 мм, а за ее пределами – 1000 мм. От использования пенополистирольных блоков в основании фундаментной плиты отказались, но для исключения передачи концентрированных нагрузок на грунтовый массив над тоннелем после демонтажа временных балок-стенок и металлической крепи мы вынуждены были пойти на беспрецедентный шаг – согласиться на отрезку оснований и без того укороченных временно вывешенных буровых колонн. Отрезка принята по высоте 60 см от уровня низа фундаментной плиты, затем в образовавшихся приямках устраиваются распределительные песчаные подушки. Работы выполняются отдельными захватками.

В целях обеспечения безопасности эксплуатации здания дополнительно учтена возможность развития карстовых процессов в толще перхуровских известняков под фундаментной плитой между буровыми колоннами, а также выполнена цементация этих известняков, как в основаниях буровых колонн, так и в основаниях стен из буросекущихся свай (от подошв до кровли нижележащих водоупорных неверовских глин). С помощью упомянутой цементации обеспечивается и безопасность строительства здания отеля по схеме «вверх и вниз».

МОНИТОРИНГ И ОПЕРАТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЕГО РЕЗУЛЬТАТОВ

С февраля 2002 года специализированной фирмой «Креал» ведется мониторинг за деформациями и состоянием зданий, попадающих в зону влияния строительства нового отеля. Следует отметить, что никакого предварительного усиления фундаментов окружающих зданий не предусматривалось и не выполнялось.

Осадки зданий определяются по вертикальным смещениям осадочных марок, выполненных в виде металлических болтов с якорем и зацементированных по периметру в наружные несущие стены близлежащих зданий. Вертикальные смещения осадочных марок вычисляются по разностям абсолютных отметок каждого последующего цикла наблюдений от наблюдений нулевого цикла. Абсолютные отметки осадочных марок определяются в условной системе высот от опорных реперов, месторасположение которых выбрано вне зоны распространения деформаций.

По данным этого мониторинга суммарные осадки за весь период наблюдений от разборки старого здания гостиницы «Интурист» до завершения строительства нового отеля составили:

- здание гостиницы «Националь» – 10-24 мм;
- здание театра им. М. Н. Ермоловой – 2-4 мм;
- коллектора мелкого заложения, проходящего вдоль Тверской улицы – 10-13 мм;
- здания психологического факультета МГУ – 2-4 мм;
- здания медицинской академии им. И. М. Сеченова – 0-1 мм.

Основные осадки коллектора мелкого заложения (7-11 мм) и здания гостиницы «Националь» (8-21 мм) произошли при выполнении ограждения котлована из буросекущихся свай, а также во время разборки обнаруженных по бортам котлована старых конструкций гостиницы «Интурист».

Детальным проектом организации строительства, разработанным нами для обеспечения безопасности работ, предусмотрена отдельная программа мониторинга за деформациями несущих конструкций отеля «Ritz Carlton» на нескольких подземных уровнях. Наблюдение производится специалистами НИИОСП им. Н.М. Герсегова не реже одного раза в неделю.

На момент завершения возведения четвертого надземного этажа, когда активно велись работы по возведению третьего подземного этажа, никаких серьезных осадок буровых колонн зафиксировано мониторингом не было. Однако после завершения экскавации грунта под защитой перекрытия над третьим подземным этажом и возведения пятого надземного этажа мониторингом были выявлены повышенные осадки трех наиболее нагруженных буровых колонн, к тому же выполненных по данным ультразвукового контроля сплошности бетонирования с дефектами. При средней (фоновой) осадке буровых колонн 1,6 мм для всего нулевого цикла, осадки «проблемных» колонн варьировали от 5,2 до 9,5 мм. В результате этих неравномерных осадок в большепролетных монолитных железобетонных конструкциях надземной части здания появились трещины с раскрытием 0,1-0,2 мм, определенные, впрочем, НИИЖБ, как не критичные.

При этом в подземной части здания, специально спроектированной под разницу деформаций до +7 мм (выпор на стадии завершения экскавации котлована)/-8 мм (осадка на стадии завершения строительства здания) – никаких трещин обнаружено не было.

По этой причине мы были вынуждены вмешаться в процесс управления строительством надземной части здания и обусловить возведение шестого-девятого надземных этажей соблюдением определенной последовательности работ по возведению несущих конструкций четвертого и пятого подземных этажей.

Все ограничения по завершению строительства надземной одиннадцати этажной части здания, устройству полов, внутренних перегородок, отделке фасадов, монтажу оборудования и инженерных систем снимались сразу же после завершения участка фундаментной плиты толщиной 1500 мм и обойм усиления буровых колонн на пятом подземном этаже над ним. При этом продолжалось возведение остальных участков фундаментной плиты толщиной 1000 мм и внутренних монолитных железобетонных конструкций на пятом подземном этаже.

Справедливости ради следует заметить, что ни на одном другом объекте, где использовалась аналогичная технология строительства, столь значительные осадки буровых колонн (в 4-5 раз выше) никогда зафиксированы не были.

После завершения возведения перекрытия над четвертым подземным этажом экскавация грунта под его защитой велась параллельно с возведением шестого надземного этажа с особой осторожностью и сопровождалась мониторингом за деформациями несущих конструкций отеля не реже двух раз в неделю. По нашему требованию подрядчику пришлось временно приостановить возведение конструкций шестого надземного этажа над «проблемными» буровыми колоннами и возобновить работы лишь после возведения безопалубочным способом перекрытия над пятым подземным этажом.

Именно благодаря такому вмешательству дальнейшее приращение осадок уменьшилось по абсолютной величине, к тому же стало носить более равномерно распределенный характер. При средней (фоновой) осадке буровых колонн на этом этапе работ 2,7 мм для всего нулевого цикла, осадки «проблемных» колонн варьировали от 6,2 до 11,5 мм. Таким образом, фактическая разница осадок буровых колонн оставалась в пределах расчетных величин.

Все наши рекомендации были обоснованы статическими расчетами по единой трехмерной модели всего здания (Рис. 20). В расчетах учитывались:

- реальное количество возведенных подземных и надземных этажей и отдельных конструкций на конкретном этапе строительства;
- данные мониторинга по осадкам или выпору буровых колонн на аналогичном этапе строительства;
- данные инклинометрии выполнения буровых колонн или их фактическое отклонение от вертикали;
- данные о дефектах выполнения буровых колонн по результатам ультразвукового контроля.

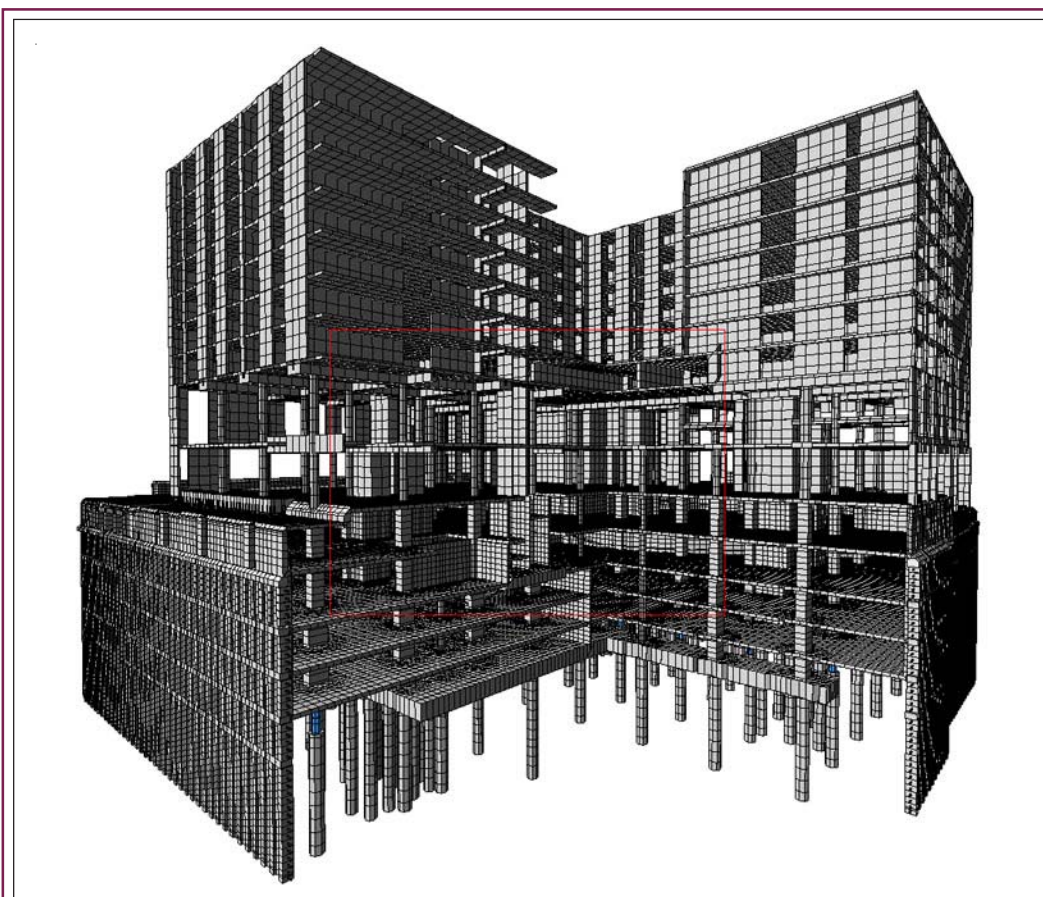


Рис. 20. Трехмерная расчетная модель здания отеля на стадии завершения возведения конструкций девятого надземного этажа и экскавации котлована, а также возведения участка фундаментной плиты над сервисным тоннелем метрополитена.

Расчетным путем и с учетом вышеперечисленных факторов не только были четко подтверждены зоны раскрытия трещин в конструкциях надземной части здания, но и выработаны критерии дальнейшего оптимального и безопасного производства работ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании опыта проектирования и строительства международного отеля «Ritz Carlton» с пятиуровневым подземным пространством напрашивается вывод о том, что снос старых зданий и сооружение на их местах новых с развитым подземным пространством в условиях плотной городской застройки должны быть взаимоувязаны между собой. Отсутствие такой увязки приводит к усложнению проектирования и строительства, а также к неоправданной потере полезных площадей в строящихся зданиях, повышает влияние нового строительства на окружающие здания и сооружения, увеличивает продолжительность строительства.

Применение столь сложной технологии строительства общественных зданий требует принципиально иной технологии проектирования, сопоставимой по уровню и подходам с проектированием тоннелей под ново-австрийский метод строительства. Здесь технология строительства становится первичной и диктует основные решения конструкции, требует учета изменения напряженно-деформированного состояния окружающего грунтового массива и возводимых конструкций на всех основных стадиях производства работ, а также стадии эксплуатации. Вот почему невозможно обойтись без мониторинга за деформациями



конструкций строящихся зданий и оперативного использования полученных данных для выполнения уточняющих компьютерных расчетов по единой трехмерной модели всего строящегося здания, как с целью оценки состояния возводимых конструкций, так и обеспечения безопасности строительства.

При проектировании и строительстве отеля «Ritz Carlton» нами было выполнено немало доработок и модернизаций конструктивных решений и технологии строительства, использовавшихся нами на предшествующих аналогичных объектах.

Подобное, практически ювелирное, строительство просто было бы невозможным без детальной проработки последовательности выполнения всех основных видов работ в составе проекта организации строительства, причем в нескольких вариантах, позволяющих на основе данных деформационного мониторинга безболезненно и гибко вносить необходимые коррективы в производство строительных работ путем консалтинга.

Строительство международного пятизвездочного отеля de luxe «Ritz Carlton» завершается летом 2005 г., ввод в эксплуатацию отеля намечен на 2006 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Юркевич П. Буровые колонны – новая реальность//Подземное пространство мира. 2001. № 4. – с. 12-21.
2. Юркевич П. Гидроизоляция подземного пространства Многофункционального комплекса «Царев сад»//Подземное пространство мира. 2001. № 3. – с. 11-22.
3. Юркевич П. Возведение монолитных железобетонных перекрытий при полужакрытом способе строительства подземных сооружений//Подземное пространство мира. 2002. № 1. – с. 13-22.
4. Юркевич П. Строительство подземной пятиуровневой автостоянки многофункционального комплекса «Арбат-Центр»//Метро и тоннели. 2002. № 6. – с. 18-21.
5. Юркевич П. Строительство пятизвездочного отеля «Ritz Carlton» с подземным пятиуровневым пространством на Тверской улице в Москве// Подземное пространство мира. 2004. № 4-5. – с. 7-17.