

***CONSTRUCTION OF THE FIVE-STARS HOTEL
«RITZ CARLTON» WITH UNDERGROUND FIVE-
LEVEL SPACE IN THE TVERSKAYA STREET IN
MOSCOW (RUSSIAN VERSION PDF)***

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



СТРОИТЕЛЬСТВО ПЯТИЗВЕЗДОЧНОГО ОТЕЛЯ «RITZ CARLTON» С ПОДЗЕМНЫМ ПЯТИУРОВНЕВЫМ ПРОСТРАНСТВОМ НА УЛИЦЕ ТВЕРСКОЙ В МОСКВЕ



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

ВВЕДЕНИЕ



Рис. 1. Февраль 2003 г. Вид на котлован, оставленный после сноса гостиницы «Интурист».

Весной 2003 г. началось строительство отеля международного класса категории 5* по улице Тверская на месте снесенной по решению Правительства Москвы 24-этажной гостиницы «Интурист» с двухэтажным подземным пространством (Рис. 1, Рис. 2).

Вначале проектирование отеля велось под будущего оператора – «Hilton», но после смены инвестора в 2004 г. было решено повысить уровень отеля и привести планировки, а также тре-

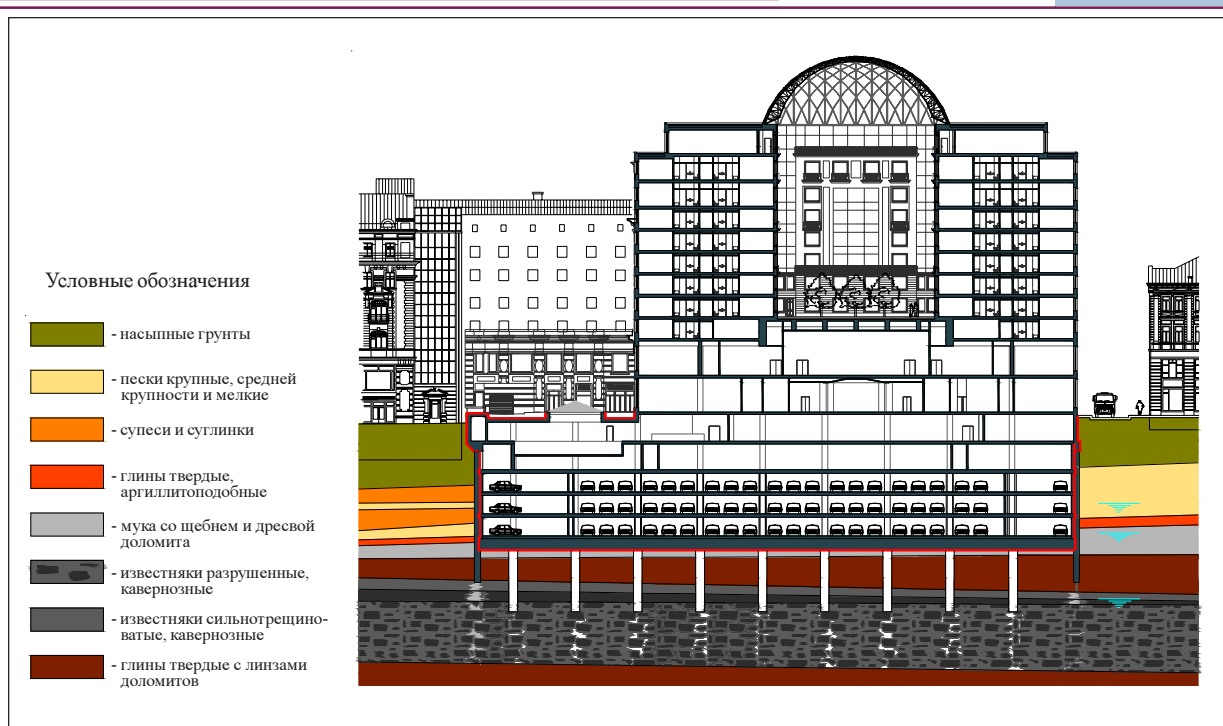


Рис. 2. Пятизвездочный отель «Ritz Carlton» с подземным пятиуровневым пространством. Продольный разрез.

бования 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, но очень непростого объекта, несколько затянулось и ведется параллельно со строительством теперь уже 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 ведется по заказу «Red Square Development Company» Ltd.

Автором и координатором проекта пятизвездочного отеля «Ritz Carlton» является мастерская № 22 ОАО «Моспроект» (Рис. 3).



Рис. 3. Таким видится международный отель «Ritz Carlton» категории 5* на Тверской авторам проекта из Мастерской № 22 ОАО «Моспроект».

ОСОБЕННОСТИ СТРОЙПЛОЩАДКИ

11 наземных и 5 подземных этажей нового отеля возводятся в крайне стесненных условиях без засыпки котлована глубиной около 8 м, оставшегося после сноса гостиницы «Интурист» и преподнесшего немало сюрпризов.

При выполнении подготовительных работ под слоем грунтовой засыпки в котловане обнаружили фрагмент монолитной железобетонной фундаментной плиты снесенной гостиницы «Интурист» толщиной около 1 м и площадью 675 м², вплотную примыкавший к фундаментам гостиницы «Националь». Поскольку низ этого фрагмента фундаментной плиты практически совпадал с уровнем подошв фундаментов гостиницы «Националь», выполнять его разборку явно побоялись.

После ликвидации временного съезда в котлован со стороны гостиницы «Националь» были сделаны новые «открытия» брошенных фундаментов и конструкций. Со стороны здания психологического факультета МГУ обнаружили аналогичные фрагменты фундаментов, вдобавок еще и заброшенные канализационные трубы.

Оставляемые в котловане старые подпорные конструкции со стороны театра им.

М.Н. Ермоловой, а также коллектор мелкого заложения вдоль ул. Тверской, чтобы предотвратить их деформации и обрушение в процессе разборки гостиницы «Интурист», были предварительно усилены монолитными бетонными поясами-пригрузами, частично оказавшимися затем в габарите проектируемого отеля.

Очевидно, что при разборке и усилении оставленных подпорных конструкций никто не думал о том, как в таких условиях затем проектировать и строить новое здание с площадью каждого подземного этажа свыше 5000 м². Разборка и последующее строительство явно никем не увязывались.

Неудивительно, что без срубки упомянутых бетонных поясов-пригрузов и разборки оставленных в котловане старых фундаментов и конструкций под защитой временной металлической подкосной крепи не обошлось, несмотря на то, что площадь осваиваемого подземного пространства и без того была существенно урезана вопреки пожеланиям архитекторов.

Впервые в нашей практике для устройства форшахт, необходимых при возведении ограждения котлована, а также для разборки оставленных в котловане конструкций, потребовалась разработка специального проекта производства работ, тесно увязанного с возведением несущих конструкций нового отеля.

Дополнительные трудности в проектировании и строительстве создают:

- сервисный тоннель метрополитена, проходящий под фундаментной плитой наискось и превращающий семь буровых колонн из опорных конструкций в вывешиваемые *;
- приближение ограждения котлована из буросекущихся свай на расстояние 90 см к строениям гостиницы «Националь»;
- разность между площадями строительной площадки «на бумаге» и образовавшегося после сноса гостиницы «Интурист» котлована 2260 м²;
- разность между площадями подземной и наземной частей отеля всего 1290 м².

В упомянутых условиях строительство нулевого цикла даже самым безопасным – полузакрытым способом («top-down») требует виртуозного проектирования и принятия нестандартных решений.

* О существовании этого тоннеля узнали лишь при согласовании документации на стадии «Проект» и после того, как было принято окончательное решение по возведению пяти подземных этажей вместо первоначально намечавшихся двух.

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 слабо слюдистые, 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 Мещеряковской 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 Мещеряковских 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.

КОНСТРУКЦИЯ НУЛЕВОГО ЦИКЛА

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

- несущие и ограждающие стены из буросекущихся свай диаметром 830 мм, являющиеся одновременно противодиффузионными;
- буровые колонны диаметром 720/1200 мм, являющиеся опорами перекрытий при строительстве способом «top-down» и включаемые в работу в качестве постоянных несущих конструкций;
- безбалочное перекрытие на отм. 0,00 м толщиной 500 мм под дворовой частью и 320 мм – под надземной частью здания;
- безбалочные межэтажные перекрытия толщиной 320 мм;
- фундаментную плиту толщиной 1500 мм, за исключением зоны над сервисным тоннелем метрополитена, где ее толщина составляет 2200 мм;
- прижимные стены гидроизоляции толщиной 250 мм;

- стены и пандусы въездной ramпы, 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.

По сравнению со строительством нулевого цикла многофункционального комплекса «Царев сад» на Софийской набережной в Москве и подземной 5-уровневой автостоянки МФГЦ «Альфа-Арбат-Центр», буровые колонны на строительстве отеля «Ritz Carlton» выполнены по модифицированной технологии возведения и в модифицированной конструкции **.

Плита перекрытия на отм. 0,00 м посредством арматурных выпусков объединяется со стенами из буросекущихся свай, буровыми колоннами, прижимными стенами гидроизоляции, обоймами усиления колонн, противопожарными стенами, а также стенами рамп, лифтовых шахт и лестничных клеток.

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 ж.б. 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 40 мм.

На стены из буросекущихся свай промежуточные перекрытия опираются шарнирно посредством вырубаемых в них штраб глубиной 150 мм.

Узлы сопряжения перекрытий со стенами рамп, лифтовых шахт, лестничных клеток и противопожарными стенами приняты жесткими посредством арматурных выпусков.

Учитывая неоднородность грунтового основания под фундаментной плитой, неравномерность ее загрузки, вызванную особенностью компоновки надземной части здания, узлы сопряжения основных элементов подземных конструкций приняты такими, чтобы обеспечить совместность их деформации, высокие пространственную жесткость и водонепроницаемость. В процессе эксплуатации здания его несущий каркас опирается как на фундаментную плиту в виде ростверка, жестко связанного с буровыми колоннами и шарнирно со стенами из буросекущихся свай, так и непосредственно на стены из буросекущихся свай.

** Конструкция и технология возведения буровых колонн запатентована в России (Патент на изобретение № 2229557 с приоритетом от 02.06.2003 г. «Буровая железобетонная колонна и способ ее возведения»), Патент на полезную модель № 34952 с приоритетом от 31.07.2003 г. «Буровая железобетонная колонна»), а также патентуется в странах СНГ, Европейского Союза и США.

Как и промежуточные перекрытия нулевого цикла, фундаментная плита фактически «врезается» в буровые колонны на 147 мм по контуру, за исключением колонн, заключаемых в монолитные ж.б. обоймы усиления.

С точки зрения статики, фундаментная плита, жестко соединенная с нижними частями буровых колонн диаметром 1,2 м, 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. В целях обеспечения безопасности эксплуатации здания дополнительно учтена возможность развития карстовых процессов в упомянутой толще и между буровыми колоннами, что в результате не могло не сказаться на требуемой жесткости и армировании фундаментной плиты.

И, тем не менее, для предотвращения развития карстообразования, а также обеспечения безопасности строительства нулевого цикла способом «top-down», известняки Перхуровской толщи подвергнуты цементации, причем как в основаниях буровых колонн, так и в основаниях стен из бурсекущихся свай (от их подошв до кровли нижележащих водоупорных Неверовских глин).

ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ НУЛЕВОГО ЦИКЛА

С учетом особенностей гидрогеологических условий и общей технологии строительства схема и конструкция гидроизоляции нулевого цикла приняты смешанными:

- внутренняя гидроизоляция стен на 2-м и 3-м подземных этажах из двух слоев «Изопласта» ЭПП-4,0;
- наружная гидроизоляция стен на 1-м подземном этаже из одного слоя «Изопласта» ЭПП-4,0;
- внутренняя гидроизоляция стен на 4-м, 5-м подземных этажах и наружная гидроизоляция фундаментной плиты из одного слоя полиэтиленовой геомембраны «Solmax 880» толщиной 2,0 мм;
- наружная гидроизоляция перекрытия на отм. 0,00 м под дворовой частью из одного слоя полиэтиленовой геомембраны «Solmax 860» толщиной 1,5 мм.

Для обеспечения надежности гидроизоляции фундаментной плиты в нижних частях буровых колонн установлены анкерные полиэтиленовые уплотнительные «GSE ws 200/30 PE» кольца.

Непрерывность замкнутой схемы гидроизоляции нулевого цикла ниже уровня 1-го подземного этажа достигается устройством и гидроизоляцией опорных штраб глубиной 150 мм, выполняемых в ограждающих стенах из бурсекущихся свай в узлах сопряжения с промежуточными перекрытиями и фундаментной плитой.

Гидроизоляции стен из бурсекущихся свай предшествует выравнивание их лицевой поверхности цементно-песчаным раствором М200 по арматурной сетке. Гидроизоляция стен ниже уровня 1-го подземного этажа защищается слоем геотекстиля плотностью 600 г/м², полиэтиленовой пленкой толщиной 0,16 мм и прижимными ж.б. стенами толщиной 250 мм.

На 1-м подземном этаже наружная гидроизоляция стен выполняется параллельно с заполнением пазух пескоцементной смесью между стенами строящегося отеля и оставленными конструкциями снесенной гостиницы «Интурист». На глубину до 1,5 м ниже отметки благоустройства гидроизоляция защищается слоем пенополистирольного экструдированного утеплителя.

Стыковка двух разнородных гидроизолирующих материалов на 3-м подземном этаже осуществляется нахлестом с уплотнением стыка битумно-каучуковой мастикой. При этом

обрыв полиэтиленовой геомембраны «Solmax 880» принят на 400 мм выше обрыва гидроизоляции из «Изопласта» ЭПП-4,0 и дополнительно уплотняется с помощью ленты «GSE ws 200/30 PE», привариваемой экструзионным способом к геомембране и анкеруемой в бетоне прижимной стены при ее возведении. Зона стыковки располагается на 1,5 м выше постоянного уровня грунтовых вод.

Полиэтиленовая гидроизоляция опорных штраб в стенах из буросекущихся свай усиливается фартуками из дренажной полиэтиленовой сетки «Tenax GNT 1300» и геомембраны «Solmax 880».

Гидроизоляция фундаментной плиты геомембраной «Solmax 880» выполняется по слою бетонной подготовки с разуклонкой не менее 0,3% (в сторону водосборных приемков) 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 полиэтиленовой геомембраны «Solmax 880» экструзионным способом к закладным уплотнительным «GSE ws 200/30 PE» лентам, заанкеренным в теле бетона буровых колонн. Дополнительное уплотнение узлов вокруг буровых колонн осуществляется с помощью уплотнительных лент «GSE ws 300/30 PE» и инъектирования раствора на цементе НЦ10 или ВНВ700, а в случаях, когда поглощение раствора слабое – составом на основе метилметакрилата.

Поскольку перекрытие на отм. 0,00 м под дворовой частью здания является фактически покрытием нулевого цикла, конструкция его гидроизоляции имеет ряд особенностей, вызванных:

- благоустройством территории над перекрытием, требующим обязательного его утепления от промерзания;
- предусмотренным планировкой заездом на перекрытие легковых автомобилей и пожарных машин;
- связью несущих конструкций дворового участка перекрытия с трех сторон по контуру с надземной частью здания.

Для обеспечения высоких эксплуатационных свойств, надежности и долговечности гидроизоляции перекрытия на отм. 0,00 м в упомянутых условиях предусмотрено использование специальной ее конструкции.

Конструкция гидроизоляции включает:

- 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 толщиной 100 мм, армированный сварными сетками.

Места обрыва геомембран на стенах герметизируются, как правило, приваркой к специально предусмотренным закладным уплотнительным «GSE PolyLock» полиэтиленовым лентам.

ОБЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ЗДАНИЯ ОТЕЛЯ

С целью минимизации влияния на окружающие здания, коллектор мелкого заложения и

сервисный тоннель метрополитена глубокого заложения при одновременном максимальном сокращении продолжительности строительно-монтажных работ строительство отеля «Ritz Carlton» принято комбинированным способом, сочетающим в себе:

- подготовительные работы;
- возведение стен ограждения котлована из буросекущихся свай с предварительно отсыпаемых пригрузочных берм высотой 3 м и шириной по гребню не менее 12 м;
- возведение буровых колонн с монолитной ж.б. плиты рабочего уровня на дне существующего после разборки гостиницы «Интурист» котлована на участках, ограниченных пригрузочными бермами или завершенными стенами ограждения котлована из буросекущихся свай, параллельно с дальнейшим возведением ограждающих стен;
- возведение перекрытия над 3-м подземным этажом;
- монтаж башенного крана в зоне лифтового холла на перекрытии над 3-м подземным этажом для возведения конструкций 2-го и 1-го подземных, 1-го – 11-го надземных этажей;
- возведение конструкций 2-го и 1-го подземных этажей по схеме «снизу-вверх» в открытом котловане, включая перекрытие на отм. 0,00 м;
- организацию временной строительной площадки над перекрытием на отм. 0,00 м в дворовой зоне и проезда между театром им. М.Н. Ермоловой и строящимся отелем к временному монтажному проему в зоне рампы;
- монтаж на перекрытии на отм. 0,00 м двух приточных и двух вытяжных установок временной вентиляции для проветривания подземного пространства в процессе экскавации котлована под защитой перекрытий и возведения конструкций 3-5 подземных этажей;
- экскавацию грунта под защитой перекрытия над 3-м подземным этажом;
- возведение конструкций 1-го надземного этажа, перекрытия над 4-м подземным этажом и конструкций 3-го подземного этажа;
- экскавацию грунта под защитой перекрытия над 4-м подземным этажом;
- возведение конструкций 2-го надземного этажа, перекрытия над 5-м подземным этажом и конструкций 4-го подземного этажа;
- экскавацию грунта под защитой перекрытия над 5-м подземным этажом;
- возведение конструкций 3-го и 4-го надземных этажей, фундаментной плиты, конструкций 5-го подземного этажа;
- возведение конструкций 5-11 надземных этажей;
- демонтаж башенного крана;
- монтаж купола, отделка фасадов, благоустройство территории.

ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА НУЛЕВОГО ЦИКЛА

Разборка оставленных в котловане после сноса гостиницы «Интурист» старых фундаментов и конструкций продолжалась более года, выполнялась с соблюдением мер повышенной безопасности и параллельно с устройством форшахт для возведения ограждения котлована из буросекущихся свай, а также отсыпкой пригрузочных берм шириной по гребню не менее 12 м.

Обнаруженный у здания гостиницы «Националь» крупный фрагмент монолитной железобетонной фундаментной плиты, оставшийся от снесенной гостиницы «Интурист», приспособлялся под форшахты для возведения стен ограждения котлована из буросекущихся свай. 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 дисковыми пилами выпиливались прорези

шириной 850 мм, возводились внутренние ветви форшахт аналогичным внешним ветвям образом, но шириной 30 см, пространство между ветвями форшахт засыпалось трамбуемым песком, изнутри котлована отсыпались пригрузочные бермы. Работы выполнялись захватками длиной не более 9 м и в шахматном порядке (Рис. 4).



Рис. 4. Устройство форшахты и прорези под будущую стену ограждения котлована в старой фундаментной плите, обнаруженной возле гостиницы «Националь».

форшахт засыпалось трамбуемым песком после отсыпки пригрузочных берм. Предварительно между ветвями форшахт устанавливались деревянные распорки из подтоварника. Здесь не обошлось без подрубки бетонных поясов-пригрузов и выравнивания бетоном брошенных старых конструкций. В наиболее опасных зонах 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 ж.б. буровые колонны, выполненные к тому времени с плиты рабочего уровня на дне котлована.

Схожим образом под защитой временной металлической подкосной крепи разбирались все старые брошенные в котловане в виде террас конструкции, подрубались бетонные пояса-пригрузки усиления коллектора мелкого заложения со стороны улицы Тверской, выполнялись ветви форшахт и пригрузочные бермы (Рис. 5).

Типовые форшахты без специальных мер обеспечения безопасности строительства удалось использовать лишь на крайне незначительных участках периметра ограждения котлована.

Полностью удалить старую фундаментную плиту гостиницы «Интурист» удалось лишь после возведения стен ограждения котлована из буросекущихся свай и устройства обвязочного монолитного ж.б. пояса над ними.

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



Рис. 5. Возведение стены из буросекущихся свай вдоль коллектора мелкого заложения с гребня пригрузочной бермы. Опережающая разборка старых конструкций и устройство форшахты под защитой временной металлической подкосной крепи.

Как уже отмечалось, строительство нового отеля решено было выполнять без засыпки оставшегося после сноса гостиницы «Интурист» котлована глубиной около 8 м, восходившего террасами к его бортам. И в этом был свой резон, поскольку именно по бортам было брошено немало старых конструкций и фундаментов, разборка которых была опасной, а выполнение ограждающих стен из буросекущихся свай и буровых колонн, без удаления которых, было просто невозможным.

Поскольку подошвы фундаментов гостиницы «Националь», примыкавшие вплотную к возводимому ограждению котлована, оказались после сноса гостиницы «Интурист» на 1 м выше, а лоток коллектора мелкого заложения на 2 м выше, чем дно котлована, иного выхода, как поднять уровень форшахт на 3 м и возводить ограждение с отсыпаемых пригрузочных берм не осталось.

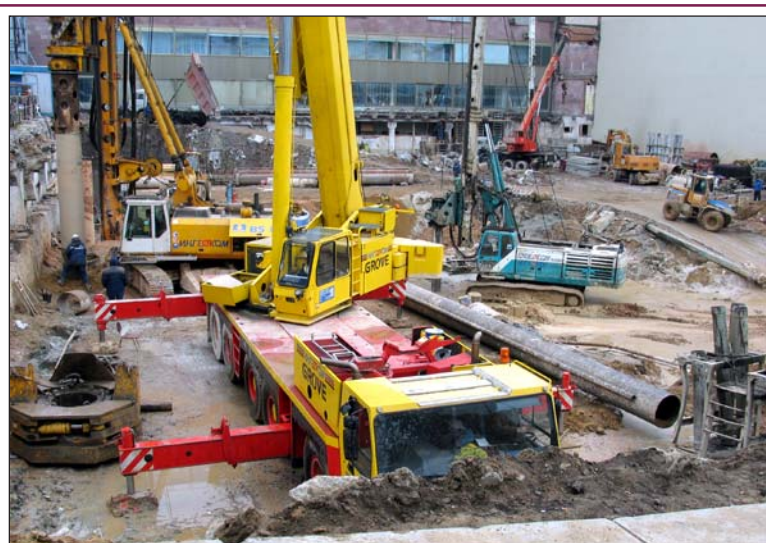


Рис. 6. В таких условиях возводились ограждение котлована из буросекущихся свай и буровые колонны.

с возведением ограждения котлована из буросекущихся свай (Рис. 6). Вначале с уровня дна котлована и без разборки существовавших по его бортам старых конструкций, а также за пределами съезда в котлован со стороны гостиницы «Националь», были возведены колонны, не требовавшие предварительного устройства ограждения и переноса съезда. Затем по мере завершения участков стен ограждения котлована из буросекущихся свай и устройства по их верху обвязочного монолитного ж.б. пояса, а также после разборки старых брошенных конструкций гостиницы «Интурист», возводились буровые колонны вдоль стен (Рис. 7). В последнюю очередь возводились буровые колонны на месте существовавшего съезда в котлован со стороны гостиницы

Вот почему ограждение котлована размером в плане 81х80 (49) м и глубиной 18,5 м выполнено с временных грунтовых пригрузочных берм. В качестве ограждающих использованы стены из буросекущихся свай диаметром 83 см общей площадью 6035 м².

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

Буровые колонны выполнялись в ряд этапов и параллельно



Рис. 7. Возведение буровых колонн вдоль стен под защитой ограждения котлована из буросекущихся свай.

«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.

Основные буровые колонны выполнены стандартной глубины – 20 м от уровня дна существовавшего котлована. Буровые колонны, оказавшиеся над тоннелем, приняты укороченными и вывешиваются с помощью временных железобетонных балок-стенок, выполняемых на 2-м подземном этаже, а также временной металлической диагональной крепи, устанавливаемой на 3-м и 4-м подземных этажах в створе балок-стенок.

На основных стадиях строительства в вывешиваемых колоннах возникают растягивающие усилия, на завершающей стадии строительства или после подведения фундаментной плиты и ликвидации временных железобетонных балок-стенок и металлической диагональной крепи, также на стадии эксплуатации – сжимающие усилия. Временные железобетонные балки-стенки и металлическая крепь перераспределяют усилия с вывешиваемых буровых колонн на соседние, возведенные по обе стороны сервисного тоннеля и заглубленные ниже его лотка. С этой целью пришлось выполнить 7 дополнительных буровых колонн.

Наиболее нагруженные буровые колонны, заключаемые по ходу возведения конструкций подземных этажей в монолитные ж.б. обоймы, приняты двух типов по армированию: особо усиленные арматурные каркасы выполнены по углам атриума в надземной части здания, усиленные под надземной частью за пределами атриума. Облегченные арматурные каркасы применялись под дворовой частью здания и непосредственно под атриумом.

Для вывески лифтовых шахт, лестничных клеток и ramпы также были предусмотрены дополнительные буровые колонны, позволяющие сооружать по схеме «сверху-вниз» все без исключения несущие конструкции 3-го – 5-го подземных, а по схеме «снизу-вверх» – 2-го и 1-го подземных и 1-го – 7-го надземных этажей.

После завершения всех специальных геотехнических работ началось возведение монолитного ж.б. перекрытия над 3-м подземным этажом безопалубочным способом на подготовленном грунтовом основании.

Подготовка грунтового основания заключалась во втрамбовывании в грунт щебня



Рис. 8. Устройство выравнивающей стяжки из цементно-песчаного раствора на подготовленном грунтовом основании перед возведением захватки перекрытия над 3-м подземным этажом в зоне ramпы.

известняка, по которому сверху укладывался выравнивающий слой цементно-песчаной стяжки из раствора М200 толщиной около 5 см (Рис. 8). На участках, где после планировочной срезки грунта вскрывались пески крупной и средней крупности без прослоев глин, супесей и суглинков, щебеночную подготовку допускать не выполнялось. Однако с учетом дождливой погоды щебеночная подготовка выполнялась повсеместно, хотя и минимальной толщины.

Для исключения адгезии стяжки и бетона перекрытия, а также достижения высокого качества лицевой поверхности, до

выполнения армирования поверхность стяжки закрывалась полиэтиленовой или полипропиленовой пленкой толщиной около 0,5 мм.

По мере завершения захваток перекрытия над 3-м подземным этажом традиционным способом (с использованием инвентарных опалубок в открытом котловане) возводились внутренние монолитные ж.б. несущие конструкции 2-го подземного этажа: стены лифтовых и вентиляционных шахт, стены и пандус рампы, лестничные клетки, колонны, прижимные стены гидроизоляции, а также временные ж.б. балки-стенки.

До возведения этого перекрытия в ограждающих стенах из буросекущихся свай вырубались опорные штрабы. Затем после выравнивания поверхности стен и штраб цементно-песчаным раствором выполнялась гидроизоляция штраб двумя слоями «Изопласта» ЭПП-4,0. Гидроизоляция защищалась геотекстилем плотностью 600 г/м² и прикрывалась полиэтиленовой пленкой толщиной не менее 0,16 мм, чтобы препятствовать пропитке геотекстиля цементным молоком при бетонировании перекрытия.

Возведению прижимных стен предшествовала гидроизоляция ограждающих стен из буросекущихся свай по выравнивающему слою цементно-песчаного раствора М200, армированному сварной сеткой из проволоки Вр-1 диаметром 3 мм с шагом 50х50 мм, с конструкцией гидроизоляции аналогичной гидроизоляции штраб.

Работы по сооружению перекрытия над 3-м подземным этажом и несущих конструкций 2-го подземного этажа пришлось выполнять с особой осторожностью и под защитой временной металлической подкосной крепи со стороны, примыкавшей вплотную, к гостинице «Националь», поскольку еще в процессе возведения ограждения котлована из буросекущихся свай осадки фундаментов этого здания достигли 8-24 мм.

Учитывая, что для возведения перекрытия требовалось углубить котлован на 1 м, а вдоль ограждения для выполнения и гидроизоляции штраб отрыть траншею глубиной 2 м, когда величина консольной части ограждения котлована достигла бы 5 м, иного пути для минимизации приращения деформаций, как установить временную металлическую подкосную крепь, не оставалось. Эта крепь подпирала обвязочные монолитные ж.б. балки, выполненные по верху стен из буросекущихся свай, и упиралась в головные части буровых колонн, специально обетонированные в плоскости временной монолитной ж.б. плиты рабочего уровня, с которой они возводились.

Временная металлическая подкосная крепь снималась по мере возведения примыкавших к ограждению котлована захваток перекрытия над 3-м подземным этажом и позволила снизить суммарные величины осадок фундаментов.

Для сокращения продолжительности строительства башенный кран решено было установить сразу же после бетонирования захватки перекрытия над 3-м подземным этажом безопалубочным способом на подготовленном грунтовом основании.

Оптимальным местом для установки в этом случае стал участок перекрытия толщиной 1 м, служивший распределительной плитой под центральным



Рис. 9. Основание башенного крана на перекрытии над 3-м подземным этажом. Возведение захваток перекрытия безопалубочным способом.

ядром лифтовых шахт, связывающих 2-й и 1-й подземные этажи со всеми надземными (Рис. 9). Башенный кран «Potain» с вылетом стрелы 60 м, установленный здесь, позволил без «мертвых зон» обслуживать сооружение двух подземных этажей в открытом котловане и всех надземных этажей, а также ускорить ликвидацию временного съезда в котлован (Рис. 10).



Рис. 10. Ликвидация временного съезда в открытый котлован после монтажа башенного крана.

С целью существенного снижения использования временной металлической крепи и влияния строительства на окружающие здания возведение ramпы со 2-го по 4-й подземные этажи принято опережающим по отношению к поярусной разработке грунта в котловане под нею.

Аналогичное решение успешно было применено нами впервые в России на строительстве подземной пятиуровневой автостоянки МФГЦ «Альфа-Арбат-Центр».

Между зданием гостиницы «Националь» и возводимыми надземными этажами здания отеля «Ritz Carlton» после завершения перекрытия на отм. 0,00 м и набора бетоном захваток дворовой части полной проектной прочности организовывается временная строительная площадка. Перекрытие здесь было рассчитано на заезд грузовых автомобилей, автобетоносмесителей, работу на нем грейферных экскаваторов, а также заезд пожарных машин во время эксплуатации.

Для выдачи грунта в процессе экскавации под защитой перекрытий вне контура фасадных стен предусмотрено три монтажных проема: два в зоне временной строительной площадки над перекрытием на отм. 0,00 м и один в зоне ramпы. Такая схема расположения монтажных проемов позволяет беспрепятственно возводить надземные этажи здания отеля параллельно с экскавацией и возведением подземных этажей (Рис. 11).

Экскавация грунта под защитой перекрытия над 3-м подземным этажом начинается из двух монтажных проемов – одного в дворовой части и другого в ramпе. Стартовые котлованы разрабатываются двумя экскаваторами «Hitachi EX200-5» с грейферным оборудованием и двумя малогабаритными экскаваторами «Cat 307». Дальнейшая экскавация яруса котлована высотой 3,4 м осуществляется с использованием трех монтажных проемов двумя экскаваторами «Hitachi EX200-5» и одним «Atlas 1704» с грейферным оборудованием, пятью малогабаритными экскаваторами «Cat 307» и тремя фронтальными автопогрузчиками «Hitachi W130». Расчетная производительность экскавации – 1100 м³/сутки при трехсменной работе.



Рис. 11. Строительство пятизвездочного отеля «Ritz Carlton» с подземным пятиуровневым пространством. Ситуационный план на стадии завершения экскавации.

Собственно экскавация осуществляется автопогрузчиками «Hitachi W130», поскольку малогабаритные экскаваторы используются лишь для разрыхления грунта и перекидки его из труднодоступных мест. Высота яруса экскавации 3,4 м в свету или фактически с перебором 40 см принята из условия беспрепятственного перемещения под перекрытием автопогрузчиков, т.к. между уровнями верха перекрытий над 3-м и 4-м этажами всего 3 м.

Разрабатываемый песчаный грунт в количестве, необходимом для выполнения песчано-щебеночной подготовки при возведении перекрытия над 4-м подземным этажом безопасным способом, временно складировается на дне котлована этого яруса.

Параллельно с экскавацией грунта выполняется песчано-щебеночная подготовка общей толщиной 35 см, послойно виброуплотняемая с помощью ручного катка типа BW60S, а также выравнивающая стяжка из цементно-песчаного раствора М200 толщиной до 5 см. Стяжка выравнивается виброрейками по направляющим деревянным рейкам, предварительно установленным под геодезическим контролем. При необходимости лицевая поверхность выравнивающей стяжки дополнительно шлифуется.

При возведении перекрытия над 4-м подземным этажом безопасным способом поверхность стяжки также как и при возведении перекрытия над 3-м подземным этажом закрывалась полиэтиленовой или полипропиленовой пленкой толщиной около 0,5 мм.

По мере завершения захваток этого перекрытия возводятся внутренние несущие конструкции 3-го подземного этажа: стены и пандусы въездной ramпы, противопожарные стены, стены лифтовых шахт и лестничные клетки, обоймы усиления буровых колонн, а после завершения гидроизоляции ограждающих стен – прижимные стены. Для подачи бетонной смеси при бетонировании упомянутых конструкций в вышерасположенном перекрытии над 3-м подземным этажом предусмотрены специальные отверстия, формируемые закладными ПВХ-трубами внутренним диаметром 100 мм. Закладные трубы устанавливаются в процессе возведения перекрытия над 3-м подземным этажом и извлекаются неделю спустя после бетонирования внутренних конструкций 2-го подземного этажа над ними.

Экскавация грунта под защитой перекрытия над 4-м подземным этажом начинается по

истечении двух недель со дня завершения бетонирования последней его захватки, производится полностью аналогичным предыдущему ярусам экскавации образом и параллельно с продолжающимся возведением внутренних несущих монолитных железобетонных конструкций 3-го подземного этажа.

Технология и порядок возведения перекрытия над 5-м подземным этажом и внутренних несущих конструкций 4-го подземного этажа полностью аналогичны возведению перекрытия и внутренних монолитных железобетонных несущих конструкций на вышерасположенном этаже.

Экскавация грунта на последнем ярусе котлована или под защитой перекрытия над 5-м подземным этажом отличается от двух предыдущих ярусов только тем, что высота яруса составляет 4,7 м и при его экскавации на глубину до 2-2,5 м вскрывается толща Измайловских разрушенных известняков низкой прочности. Для разрушения блоков известняков малогабаритные экскаваторы «Cat 307» оборудуются навесными гидромолотами. Средняя расчетная производительность экскавации грунта на этом ярусе при трехсменной работе принята 900 м³/сутки.

Возведение фундаментной плиты производится отдельными захватками и параллельно с экскавацией, 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.

Непосредственно над сервисным тоннелем метрополитена глубокого заложения под бетонной подготовкой укладываются экструдированные пенополистирольные блоки расчетной толщины и несущей способности, смятие которых во время строительства и на стадии эксплуатации не позволяет загружать грунтовый массив над тоннелем. Фундаментная плита в этой зоне принята увеличенной до 2,2 м толщиной и рассчитана без учета упругого отпора грунта.

Параллельно с фундаментной плитой и аналогичным вышележащим двум этажам образом возводятся внутренние несущие конструкции 5-го подземного этажа: стены и пандусы въездной ramпы, противопожарные стены, стены лифтовых шахт и лестничные клетки, обоймы усиления буровых колонн, а после завершения гидроизоляции ограждающих стен – прижимные стены.

Демонтаж временной металлической крепи и удаление временных монолитных железобетонных балок-стенок, используемых для вывески буровых колонн над сервисным тоннелем метрополитена глубокого заложения, разрешается лишь после полного завершения возведения всех несущих конструкций нулевого цикла и набора бетоном этих конструкций 100% проектной прочности.

Поскольку стены ограждения котлована из буросекущихся свай заглублены в кровлю Перхуровских известняков, пронизав насквозь толщу водоупорных мергелистых глин Мещеряковской толщи, экскавация котлована осуществляется в зоне влияния только двух, практически «гидравлически несвязанных» и безнапорных уровней грунтовых вод:

- верховодки, приуроченной к кровле флювиогляциальных суглинков;
- вод Измайловской толщи, приуроченных к кровле Мещеряковских мергелистых глин.

Для исключения проблем экскавации грунта под защитой перекрытий предусмотрен внутрикотлованный опережающий открытый водоотлив из шести перекладываемых водосборных колодцев двумя основными и одним резервным насосами «ГНОМ 25-20».

Нормальные условия работы под землей обеспечиваются приточной и вытяжной (принудительной) временной вентиляцией. При производстве работ в зимних условиях подаваемый под землю воздух подогревается калориферными установками.

Безопасность строительства нулевого цикла и здания отеля в целом, а также минимизация влияния строительства на окружающие сохраняемые здания и сооружения, обеспечиваются деформационным мониторингом.

Мониторинг производится за вертикальными деформациями фундаментов близлежащих зданий и коллектора мелкого заложения, плановыми и вертикальными деформациями несущих конструкций нулевого цикла отеля и обделки сервисного тоннеля метрополитена глубокого заложения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Очевидно, что проектирование и строительство в крайне стесненных условиях, к тому же при наличии большого числа оставляемых в котловане после сноса гостиницы «Интурист» старых конструкций, было плохо подготовлено. В результате произошли существенные потери полезных площадей подземного пространства по сравнению с планировавшимися архитекторами, усложнились подготовительные работы, увеличилась продолжительность строительства.

На основании этого опыта хотелось бы посоветовать генеральным проектировщикам – прежде чем начинать снос очередных старых зданий в плотной городской застройке под строительство новых, тем более обладающих двухуровневым подземным пространством, обязательно выполняйте детальные предпроектные проработки по увязке технологий разборки сносимых зданий и строительства нулевых циклов новых, оценивая возможности реализации задуманного архитекторами.