

***DEVELOPMENT TOP-DOWN METHOD OF UNDERGROUND
CONSTRUCTION OR HI-TECH IN RUSSIAN
(RUSSIAN VERSION PDF)***

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



СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПОЛУЗАКРЫТОГО СПОСОБА СТРОИТЕЛЬСТВА ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ ИЛИ «HI-TECH» ПО-РУССКИ



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

ПРЕДЫСТОРИЯ

В процессе экскавации грунта под защитой только одного перекрытия в уровне земли на месте лифтовых шахт и лестничных клеток при строительстве фондохранилища музея А.С. Пушкина зияли большие проемы, заполненные временной металлической крепью, из-за чего возведение надземных конструкций до полного завершения несущих конструкций нулевого цикла было ограничено двумя этажами (Рис. 1). При проектировании нулевого цикла этого здания никому не пришла в голову идея использовать буровые колонны для «вывески» лифтовых шахт и лестничных клеток надземной части здания, да и примененная упрощенная (под возможности российского подрядчика) технология возведения буровых колонн оставляла желать лучшего. Гарантировать, что буровые колонны не окажутся в габарите лифтовых шахт или лестничных клеток, технология их возведения без надежной системы центрирования арматурных каркасов в скважинах не могла.



Рис. 1. Возведение лифтовых шахт и лестничных клеток на строительстве фондохранилища музея А.С. Пушкина в Москве.



Рис. 2. Многофункциональный комплекс «Царев сад» в Москве. «Вывеска» лифтовых и вентиляционных шахт ядра жесткости надземной 8-этажной части Строения 1 на буровых колоннах.

Во время строительства Строения 1 многофункционального комплекса «Царев сад» лифтовые шахты и лестничные клетки надземной части здания, образывавшие ядро жесткости его конструкции, впервые были «вывешены» на буровых колоннах, что позволило возвести 8 надземных этажей еще до завершения фундаментной плиты (Рис. 2).

Примененная на этом объекте принципиально новая технология возведения буровых колонн со специальной системой центрирования, предусматривавшей величину предельных отклонений от вертикали не более 1:500, позволила сделать новый шаг на пути усовершенствования общей технологии полужакрытого способа строительства. Тем не менее, на месте лифтовых шахт и лестничных клеток, а также въездной рампы, во время строительства Строения 1 в перекрытиях подземных этажей зияли временные проемы, ликвидируемые лишь на завершающей стадии строительства после возведения фундаментной плиты. Особую проблему представлял большой проем в перекрытиях подземных этажей на месте рампы, требующий установки временной металлической крепи (Рис. 3).



Рис. 3. Многофункциональный комплекс «Царев сад» в Москве. Временная металлическая крепь проемов в перекрытиях подземной части Строения 1 на месте въездной рампы.

величины их раскрытия и не превышали нормируемых расчетных величин, вместе с данными деформационного мониторинга позволили сделать такой вывод.

Благодаря «вывешиванию» лифтовых шахт и лестничных клеток в надземной части здания параллельно с возведением несущих конструкций сооружались внутренние перегородки и фасадные стены, выполнялась отделка помещений и монтаж инженерных систем (Рис. 4).

Однако в подземной части здания в это же время из-за незавершенности несущих конструкций (стены лифтовых шахт, лестничных клеток, рампа и фундаментная плита отсутствовали), а также наличия временной металлической крепи, не возможно было начать ни отделочные работы, ни монтаж инженерных систем.

Опыт строительства Строения 1 «Царева сада» показал, что ослабленные упомянутыми проемами перекрытия подземных этажей обладают достаточной жесткостью, чтобы обеспечить полную безопасность использования полужакрытого способа строительства, но недостаточной, чтобы свести к минимуму деформации несущих подземных конструкций и, следовательно, исключить образование трещин в них. Множественность и характерная направленность трещин, хотя



Рис. 4. Многофункциональный комплекс «Царев сад» в Москве. Возведение фасадных стен Строения 1.

При проектировании Строения 3 «Царева сада» был учтен опыт предшествующего строительства Строения 1 – возведение стен лифтовых шахт и лестничных клеток предусмотрено одновременно вверх (в надземной части здания) и вниз (в подземной) (Рис. 5). На месте



Рис. 5. Многофункциональный комплекс «Царев сад» в Москве. «Вывеска» лифтовых и вентиляционных шахт ядра жесткости надземной 8-этажной части Строения 3 на буровых колоннах.

въездной ramпы при этом в перекрытиях подземных этажей сохранялись большие временные проемы, по-прежнему заполняемые металлической крепью. Учитывая сложность геологических и гидрогеологических условий строительства этого объекта, мы не решились на возведение ramпы по схеме «сверху-вниз» и полное исключение временной металлической крепи. И все же, увеличение пространственной жесткости конструкции подземных этажей на стадии строительства за счет возведения стен лифтовых шахт и лестничных клеток по схеме «сверху-вниз» привело к существенному снижению общих деформаций, количества и величины раскрытия трещин.

В сентябре 2003 года успешно завершилось строительство подземной пятиуровневой автостоянки многофункционального комплекса «Арбат-Центр», проектирование которой стало для нас наиболее важным этапом на пути совершенствования технологии полужакрытого способа строительства, основанной на собственном предшествующем опыте.

Впервые в России на этом объекте с использованием наших «know-how» при возведении подземных многоуровневых автостоянок полужакрытым способом вместе с перекрытиями по схеме «сверху-вниз» возведены не только лифтовые шахты и лестничные клетки, но и въездные ramпы с пандусами-серпантинами.

Это новшество позволило использовать конструкцию ramп в качестве постоянной крепи на каждой из стадий производства работ, доставлять по ним материалы и малогабаритные изделия, сдавать под отделку и монтаж инженерных систем готовые верхние этажи параллельно с экскавацией грунта и возведением нижних.

Хотя примененные на строительстве подземной автостоянки многофункционального комплекса «Арбат-Центр» решения трудно назвать безупречными, поскольку частично они были вынужденными, для проектирования последующих, не менее сложных объектов, возводимых полужакрытым способом, полученный опыт стал воистину бесценным.

ОПЫТ СТРОИТЕЛЬСТВА ПОДЗЕМНОЙ ПЯТИУРОВНЕВОЙ АВТОСТОЯНКИ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА «АРБАТ-ЦЕНТР»

После строительства Строений 1 и 3 «Царева сада» нам стало очевидно, что возведение ramп, стен лифтовых шахт и лестничных клеток, а также пилонов, по схеме «сверху-вниз» не только возможно, но и чрезвычайно выгодно.

Во-первых, увеличивается пространственная жесткость конструкций, под защитой которых производится экскавация грунта, при этом практически исключается раскрытие трещин в них, уменьшаются деформации, как возводимых несущих конструкций, так и окружающего грунтового массива и фундаментов близлежащих зданий. К тому же нет необходимости специально увеличивать толщину перекрытий, как это принято при

использовании технологии «top-down» за рубежом.

Во-вторых, полностью исключается использование трудоемкой и значительно более податливой временной металлической распорной крепи, которой обычно заполняют проемы в перекрытиях на месте рампы, лестничных клеток и сгруппированных лифтовых шахт.

В-третьих, открываются возможности одновременного строительства всех несущих конструкций подземных и надземных этажей без исключения, а значит и возможности устройства перегородок, отделки помещений, монтажа инженерных систем и оборудования поэтажно по схемам «сверху-вниз» и «снизу-вверх» и параллельно с экскавацией грунта на нижних ярусах, что существенно сокращает общую продолжительность строительства.

В-четвертых, возводимые по схеме «сверху-вниз» рампы позволяют доставлять по ним электрокарами и малогабаритными автопогрузчиками строительные и отделочные материалы на любой из подземных этажей.

Определяющими факторами при проектировании стали:

- предварительное возведение несущего металлического каркаса главного корпуса комплекса «Арбат-Центр», перекрывшего доступ к строящейся автостоянке с севера (Рис. 6);

- прекращение аренды смежной территории, владельцы которой, видя просчеты в подготовке и организации строительства и возникшие в связи с этим проблемы, также желая поживиться, запросили за аренду просто невероятные деньги, в результате чего доступ к автостоянке к началу разработки нашего проекта закрыт был и с юга;

- близкое расположение сохраняемых зданий, одно из которых – Культурный Центр Украины в России, закрывавших доступ к строящейся автостоянке с запада;

- возможность доступа в зону строительства только с востока или со стороны Гоголевского бульвара, когда разрабатываемый котлован глубиной до 18,5 м практически начинался сразу за ограждением стройплощадки;

- возведение траншейных стен по проекту четырехуровневой автостоянки открытого способа строительства, да еще и укороченных при их выполнении из-за вскрывшегося несоответствия фактической и прогнозируемой глубины залегания толщи разрушенных Перхуровских известняков, неподдающихся грейферной разработке;

- необходимость опережающего возведения над западной частью покрытия подземной автостоянки технологического 2-этажного блока – пристройки к главному корпусу и перспектива размещения над восточной частью многоэтажного (до 13 этажей) офисного здания третьей очереди строительства комплекса.

В условиях фактически «тупиковой ситуации» пришлось применить комбинированный прием полужакрытого способа строительства, действительно быстро «разрубивший» тугой узел проблем сооружения подземной пятиуровневой автостоянки.

Принятый способ строительства базировался на опережающем возведении:

- восточной половины покрытия (со стороны въездных ворот на стройплощадку) безопасным методом по отношению к разработке грунта в котловане на 1-м ярусе под ним;



Рис. 6. Многофункциональный комплекс «Арбат-Центр» в Москве. Возведение металлического несущего каркаса главного корпуса после возведения траншейных стен подземной автостоянки.

- перекрытий над -2-м и -5-м этажами безопалубочным методом полностью по отношению к разработке грунта в котловане на 2-м и 5-м ярусах;
- обеих рамп с -1-го по -4-й этажи по отношению к разработке грунта под ними с возведением площадок в рамках также безопалубочным способом;
- западных половин перекрытий над -3-м и -4-м этажами с опиранием инвентарной опалубки на подготовленные грунтовые основания по отношению к разработке грунта в котловане на 3-м и 4-м ярусах под защитой конструкций западной рампы.

Перекрытие над -3-м этажом возводилось с помощью инвентарной опалубки, опиравшейся на грунтовые подготовленные основания, после разработки грунта на 3-м ярусе.

Западная половина перекрытия над -2-м этажом возводилась по мере открытой разработки грунта в котловане 1-го яруса с опережением и параллельно с возведением покрытия на этом участке. Причем при бетонировании покрытия опалубка опиралась на забетонированные безопалубочным способом на грунте захватки перекрытия. Восточная половина перекрытия над -2-м этажом возводилась после разработки грунта в котловане 1-го яруса под защитой покрытия.

Разделение покрытия и перекрытий на две половины выполнялось по деформационному шву, временно ликвидировавшемуся на период строительства.

Как уже отмечалось, с целью исключения использования временной металлической распорной крепи по нашему проекту впервые в российской практике возведение обеих рамп на строительстве подземной пятиуровневой автостоянки многофункционального комплекса «Арбат-Центр» с -1-го по -4-й этажи производилось опережающим порядком по отношению к поярусной разработке грунта в котловане под ними (Рис. 7).

Для реализации этой идеи, так же, как и для двух лифтовых шахт и одной лестничной клетки, под стенами центральных ядер рамп и под противопожарными стенами, отделявшими рампы от зон стоянок автомобилей, понадобилось предусмотреть дополнительные буровые колонны (Рис. 8). Дополнительные колонны позволили в буквальном смысле слова вывесить возводимые поэтажно по схеме «сверху-вниз» конструкции рамп над углубляемым в процессе строительства под ними котлованом. Понадобилось также разработать конструкцию «вывески» противопожарных стен, служивших опорными для пандусов-серпантинов,



Рис. 7. Многофункциональный комплекс «Арбат-Центр» в Москве. План-схема несущих конструкций -2-го этажа подземной автостоянки и рамп на -3-м этаже (пандус рампы на западной половине автостоянки условно не показан) во время экскавации грунта в котловане 4-го яруса под их защитой.



Рис. 8. Многофункциональный комплекс «Арбат-Центр» в Москве. Вид на рампу на -1-м этаже на западной половине автостоянки после возведения стен центрального ядра и внешних противопожарных стен рампы до возведения покрытия.

на буровых колоннах, и выполнить пространственные статические расчеты с учетом изменения напряженно-деформированного состояния в монолитных железобетонных конструкциях рамп на каждой из стадий строительства (Рис. 9).

Нами был учтен предшествовавший опыт подобного строительства, когда за счет возникновения растягивающих напряжений в бетоне «вывешенных» на буровых колоннах стен и несоблюдения подрядчиками требований по набору ими 100 % проектной прочности при поэтажном увеличении нагрузки в стенах возникало множество сквозных трещин.

С помощью специально разработанных конструкции и технологии выполнения армирования «вывешиваемых» стен удалось не только снять требования по набору 100 % прочности бетона и тем ускорить производство строительных работ, но и полностью исключить появление трещин в стенах.

Справедливости ради, следует заметить, что, несмотря на принятые конструктивные меры, в пандусах рамп, под защитой которых производилась экскавация, по нижним фибрам все же открывались отдельные радиально направленные к их ядрам волосяные трещины. Их направленность практически вдоль основного направления работы пандуса, а также малая величина раскрытия, не снижали прочности конструкции.

И все же первый опыт использования конструк-



Рис. 9. Многофункциональный комплекс «Арбат-Центр» в Москве. Вид на «вывешенные» на буровых колоннах конструкции центрального ядра рампы на -3-м этаже на западной половине автостоянки накануне возведения рампы на -4-м этаже.

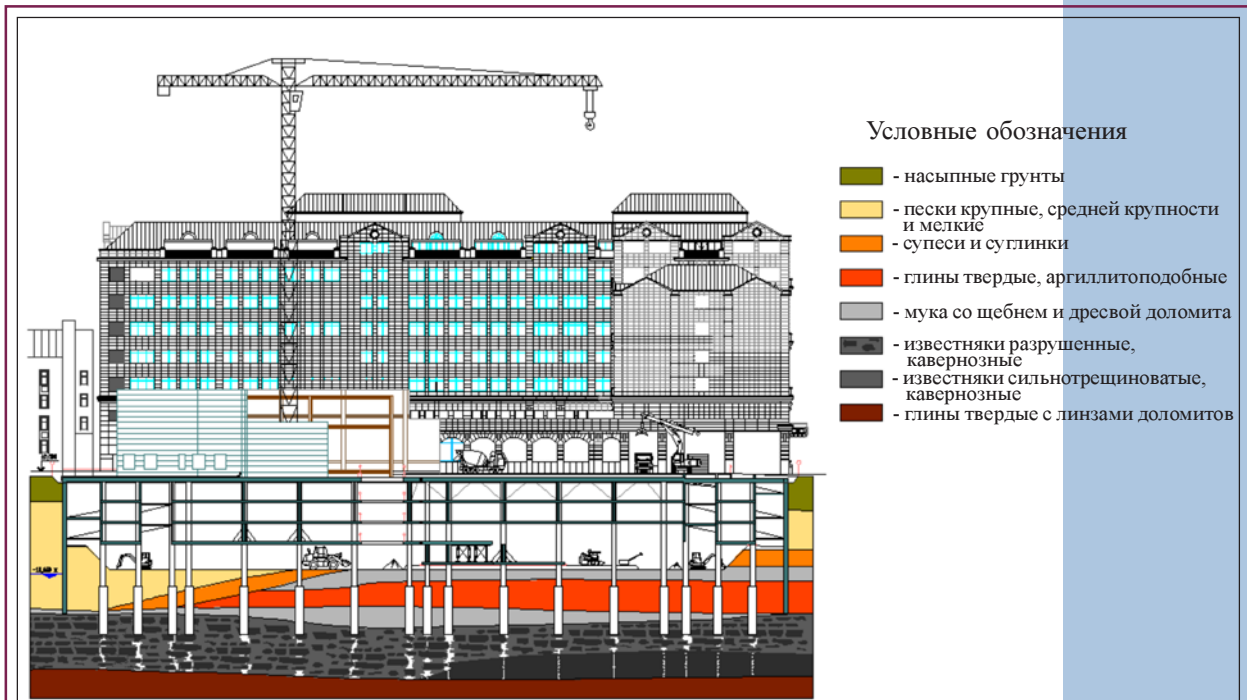


Рис. 10. Многофункциональный комплекс «Арбат-Центр» в Москве. Возведение перекрытий над -4-м и -5-м этажами на восточной половине и внутренних несущих конструкций -3-го этажа на западной половине автостоянки. Разработка грунта в котловане 4-го яруса под защитой конструкций рамп -3-го этажа на обеих половинах автостоянки. Продолжение сооружения пристроя.

ций рамп в качестве постоянной крепи во время экскавации котлована был более чем успешен и позволил вместе с повышением безопасности строительства еще и существенно снизить его продолжительность, а также свести к минимуму осадки фундаментов сохраняемых близлежащих зданий (Рис. 10).



Рис. 11. Многофункциональный комплекс «Арбат-Центр» в Москве. Выдача грунта на поверхность для погрузки в автосамосвалы грейферным экскаватором «Hitachi EX300-5» через временный монтажный проем во время экскавации 2-го яруса котлована.



Рис. 12. Многофункциональный комплекс «Арбат-Центр» в Москве. Транспортировка разрабатываемого грунта автопогрузчиком «Hitachi W130» к временному монтажному проему во время экскавации 2-го яруса котлована. Выдача грунта на поверхность под погрузку в автосамосвалы грейфером экскаватора «Hitachi EX300-5».

Анализ данных деформационного мониторинга после завершения экскавации последнего -5-го яруса котлована показал, что приращение осадок фундаментов упомянутых зданий за весь период производства земляных работ полужакрытым способом составило всего 2-7 мм.

Строительство подземной автостоянки никоим образом нельзя назвать непрерывным, поскольку по ходу возведения многофункционального комплекса «Арбат-Центр» заказчик с генеральным строительным подрядчиком не раз меняли свои приоритеты.

И, тем не менее, в столь стесненных условиях, земляные работы, возведение монолитных железобе-



Рис. 14. Многофункциональный комплекс «Арбат-Центр» в Москве. Транспортировка грунта к временному монтажному проему автопогрузчиком «Hitachi W130» во время разработки грунта на 3-м ярусе котлована под рампой -2-го этажа на западной половине автостоянки.



Рис. 13. Многофункциональный комплекс «Арбат-Центр» в Москве. Экскавация грунта на 3-м ярусе котлована под рампой -2-го этажа на западной половине автостоянки.

тонных конструкций и гидроизоляционные работы на строительстве подземной пятиуровневой автостоянки удалось выполнить всего за 12 месяцев с учетом месяца потерь на цементацию Перхуровских закарстованных известняков в основании траншейных стен. Во время выполнения земляных работ под защитой перекрытий средняя производительность составляла около 500 м³/сутки, а при экскавации 3-го и 4-го ярусов – 800 м³/сутки (Рис. 11, 12, 13, 14, 15).



Рис. 15. Многофункциональный комплекс «Арбат-Центр» в Москве. Экскавация грунта на 4-м ярусе котлована в зоне рампы на восточной половине автостоянки.



Рис. 16. Многофункциональный комплекс «Арбат-Центр» в Москве. Доставка отделочных материалов по рампе на -3-й этаж малогабаритным автопогрузчиком во время экскавации грунта на 5-м ярусе котлована.

Впервые на строительстве подобных объектов в России можно было увидеть, как параллельно с экскавацией грунта на 5-м ярусе производится отделка и монтаж инженерных систем с -1-го по -4-й этажи, по рампам выполняется доставка строительных материалов, оборудования и изделий, ведется строительство нового наземного корпуса (Рис. 16, 17, 18, 19). Чем не «Hi-Tech» по-русски?!



Рис. 17. Многофункциональный комплекс «Арбат-Центр» в Москве. Монтаж постоянных систем вентиляции и пожаротушения на -2-м этаже во время экскавации грунта на 5-м ярусе котлована.



Рис. 18. Многофункциональный комплекс «Арбат-Центр» в Москве. Завершение строительства пристроя к главному корпусу. Возведение конструкций корпуса третьей очереди строительства над восточной половиной подземной автостоянки во время экскавации грунта на 5-м ярусе котлована.

Неудивительно, что во время строительства этого объекта так много было технических экскурсий, на которых побывало немало представителей и сотрудников не только российских, но и многих зарубежных строительных фирм.



Рис. 19. Многофункциональный комплекс «Арбат-Центр» в Москве. Завершение экскавации грунта на 5-м ярусе в зоне монтажного проема.

ДАЛЬНЕЙШЕЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПОЛУЗАКРЫТОГО СПОСОБА СТРОИТЕЛЬСТВА



Общеизвестно, что профессионализм в строительном проектировании проявляется в первую очередь в индивидуальном подходе к каждому новому объекту. Поскольку любой объект, сооружаемый полузакрытым способом, как правило, имеет свои особенности, адаптация и совершенствование ранее использовавшихся технических решений и

принципов от объекта к объекту для нас становятся неизбежны. При этом совершенствование продвигается по двум основным, взаимозависимым, направлениям и затрагивает ключевые решения в областях технологии строительства и строительных конструкций.

Без опыта строительства столь сложного объекта, как многофункциональный комплекс «Царев сад» на Софийской набережной в Москве, еще пару лет назад невозможно было даже представить себе полное исключение временной металлической распорной крепи, а также возведение конструкций рампы по схеме «сверху-вниз» на строительстве подземной пятиуровневой автостоянки многофункционального комплекса «Арбат-Центр». В свою очередь возведение конструкций рампы по схеме «сверху-вниз» открыло путь к такой высокоэффективной организации строительства, когда параллельно с экскавацией грунта возможен монтаж инженерных систем, отделка подземных этажей и монтаж оборудования, а также вывоз разрабатываемого грунта по возводимым рампам на поверхность для его погрузки в автосамосвалы.

Но и это не предел. Не раз застройщики и инвесторы проявляли интерес к возможностям сокращения объема инвестиций путем ввода в эксплуатацию зданий с недостроенными подземными этажами и достройки их уже за счет прибыли от эксплуатации. При определенных обстоятельствах действительно выгодно сдать в эксплуатацию здания с завершенными надземными строениями и минимально необходимым на первый период эксплуатации количеством подземных этажей, чтобы затем без перерыва их эксплуатации завершить строительство. Особенно это относится к строительству подземных автостоянок, складских помещений и гаражей. Ведь не секрет, что подземное строительство в условиях плотной городской застройки существенно превосходит стоимость надземного строительства, однако из-за роста стоимости земельных участков и урбанизации городов становится все более актуальным.

Прогресс в развитии полузакрытого способа строительства гражданских объектов столь очевиден, что эффективное и экономически оправданное сооружение подземных этажей второй очереди строительства под эксплуатируемыми зданиями перестало казаться фантастикой. По желанию заказчика такие решения мы в состоянии предложить уже сегодня на любом следующем объекте.

В условиях рыночной экономики спрос всегда рождает предложение. Если учесть, что привычная для западноевропейских стран баретная система возведения опорных конструкций изначально ориентирована исключительно на классический полузакрытый способ строительства по схеме «сверху-вниз» («top-down»), то не удивительно, почему так возрос спрос на нашу технологию, позволяющую строить с уровня нулевой отметки вверх и вниз одновременно.

Общеизвестно, что в баретной системе используются временно стальные балочные колонны, обладающие невысокой несущей способностью из-за своей гибкости и требующие их обетонирования после возведения фундаментной плиты и до возведения надземных этажей. При отсутствии гарантий вертикальности монтажа стальных балочных колонн и их ограниченной несущей способности редкий подрядчик решится на возведение 2-3 надземных этажей до завершения строительства нулевого цикла.

Применение буровых колонн, обладающих высокой жесткостью и несущей способностью сразу же после возведения, за счет существенного сокращения общей продолжительности строительства зданий и повышения эффективности использования капиталовложений выводит полужакрытый способ строительства на качественно новый уровень. Сравнивать в таком случае стоимость строительства только нулевых циклов объектов открытым и полужакрытым способами, опираясь лишь на опыт использования классической схемы «top-down», по меньшей мере, неэтично.

В особо трудных геологических условиях и при плотной городской окружающей застройке самый безопасный, к тому же комбинированный, полужакрытый способ строительства вообще становится вне конкуренции, т.к. к прямым затратам на возведение нулевого цикла нового здания открытым способом следует добавить затраты на усиление фундаментов и конструкций окружающих сохраняемых зданий.

Учитывая актуальность использования комбинированного полужакрытого способа строительства, и благодаря накопленному за прошедшие годы опыту, нами существенно модернизирована технология возведения буровых колонн, упрощена конструкция их арматурных каркасов и узлов сопряжения с междуэтажными перекрытиями и фундаментной плитой, повышена надежность, «дуракоустойчивость» и безопасность строительства.

Эти усовершенствования были бы невозможны без выхода на качественно новый уровень проектирования (Рис. 20а, 20б), авторского надзора за реализацией принятых решений и последующего учета вскрывающихся по ходу строительства мелких недоработок. Большим подспорьем служит анализ данных деформационного мониторинга за несущими конструкциями возводимых полужакрытым способом по нашим проектам подземных сооружений.

Инновации и достижения в общей организации строительства полужакрытым способом по заказу ЗАО «Объединение «ИНГЕОКОМ» используются нами при проектировании нулевого цикла отеля «Hilton» 5* на Тверской улице в Москве, строительство которого недавно

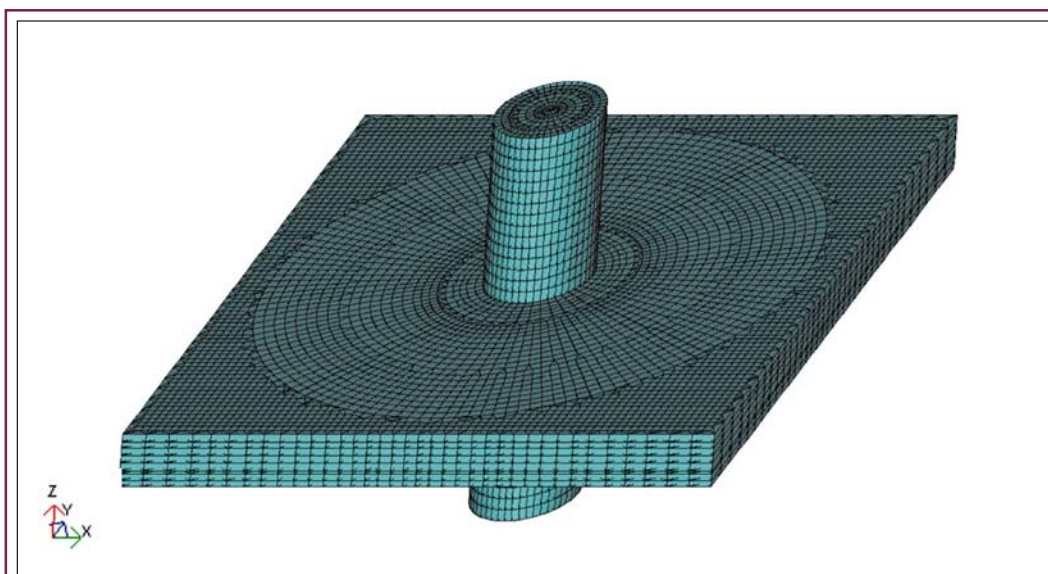


Рис. 20а. Фрагмент расчетной 3D-модели узла сопряжения буровой колонны с перекрытием.

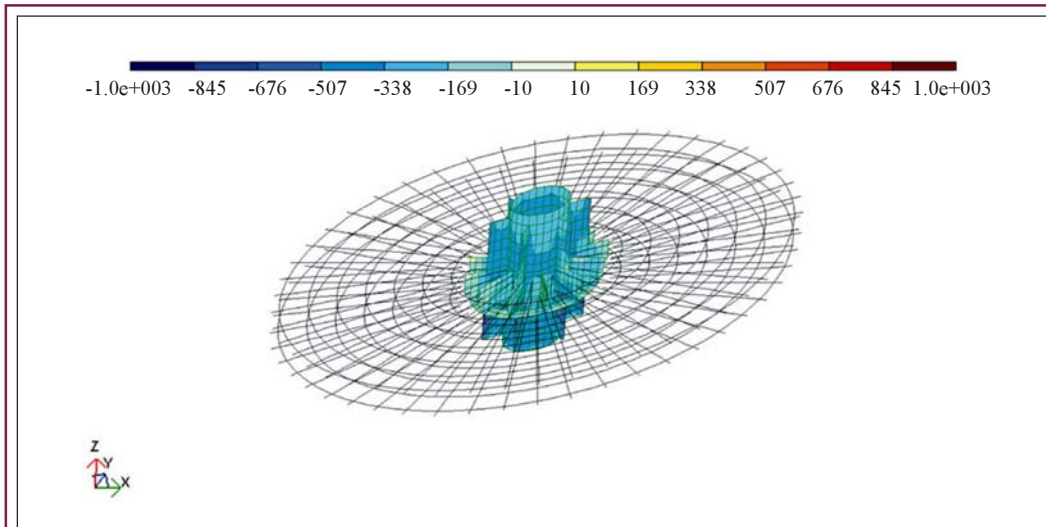


Рис. 20b. Изополю главных напряжений N_3 ($\text{кг}/\text{см}^2$) в металлических конструкциях узла сопряжения буровой колонны с перекрытием.

началось на месте снесенной по решению Правительства Москвы гостиницы «Интурист». 11 надземных и 5 подземных этажей будут возведены без засыпки оставшегося после сноса котлована глубиной до 8 м (Рис. 21). Площадь каждого из пяти подземных этажей около 5000 м^2 . С учетом нагрузок до 3000 тс, передающихся на буровые колонны по краям атриума в уровне перекрытия на отм. 0,00 м, специально для этого объекта была разработана конструкция и технология их усиления, позволяющая использовать трубы-опалубки в качестве жесткого армирования на стадии эксплуатации.

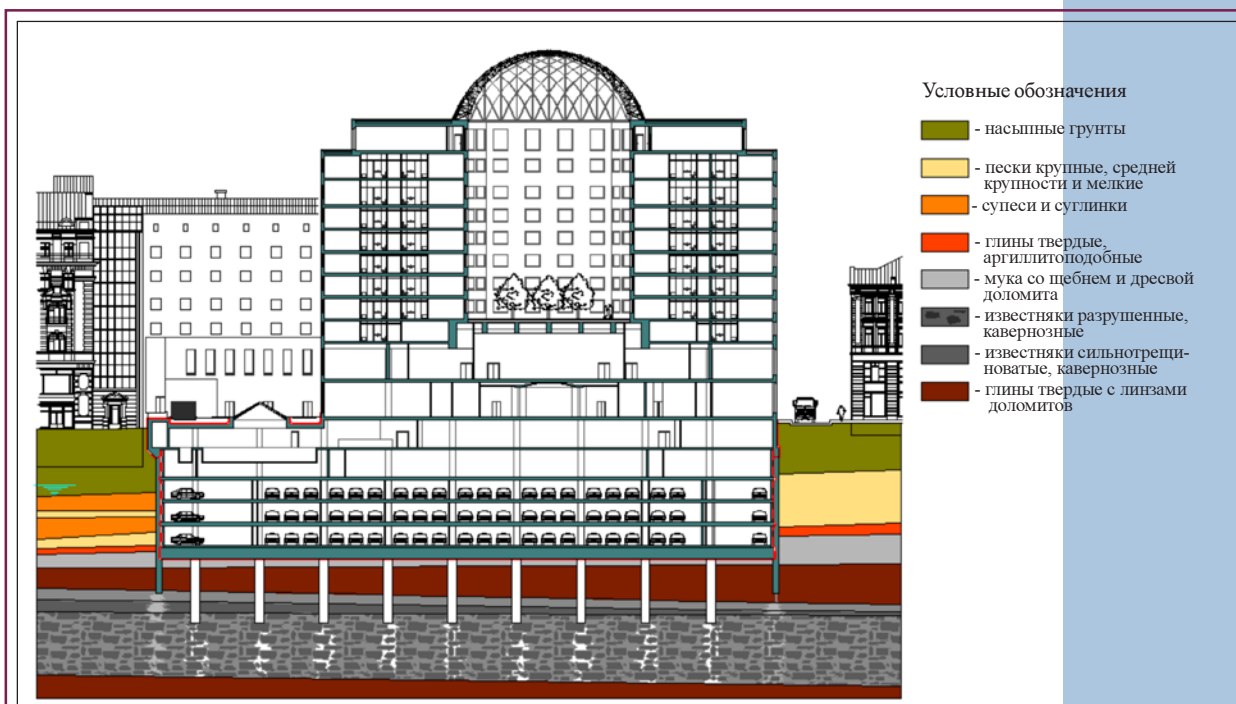


Рис. 21. Отель международного класса категории «пять звезд» («Hilton») по адресу: г. Москва ул. Тверская, вл. 3-5, стр. 1. Реализуемый проект.

По заказу итальянской фирмы «Codest International» SRL для американской компании «Hines» начато также проектирование нулевого цикла административного здания по улице Гашека, вл. 6 («Дукат-3»). 14-этажный корпус с 3-этажным подземным пространством общей площадью 20640 м^2 будет возведен по нашей технологии и с использованием наших «know-how» (Рис. 22).

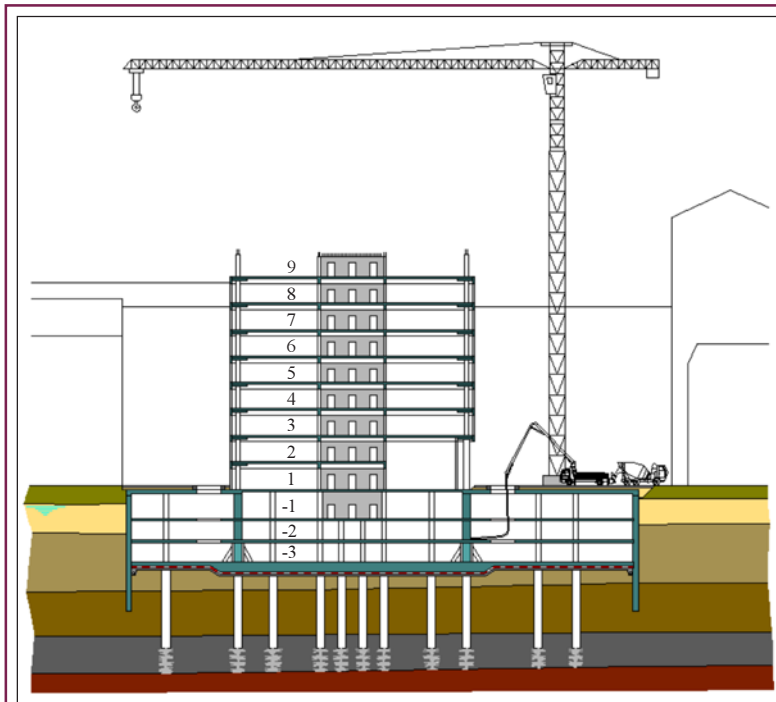


Рис. 22. Возведение административного здания по ул. Гашека, вл. 6 в Москве («Дукат-3»). Проектное предложение.

В этом же году по заказу ООО «Тукс 6» планируется начало строительства многофункционального комплекса «Неглинная-Плаза» на участке, ограниченном улицами Неглинная и Рождественка, Н. Кисельным переулком, а также Трубной площадью. Условия строительства подземной части комплекса с площадью нижнего этажа около 10000 м² характеризуются как опасные с точки зрения развития оползневых явлений и угрожающие сохранности близлежащих зданий и сооружений. Именно с учетом этих факторов нами был предложен полужакрытый способ строительства нулевого цикла, в последствии одобренный государственной экспертизой и принятый к реализации заказчиком и инвесторами (Рис. 23).

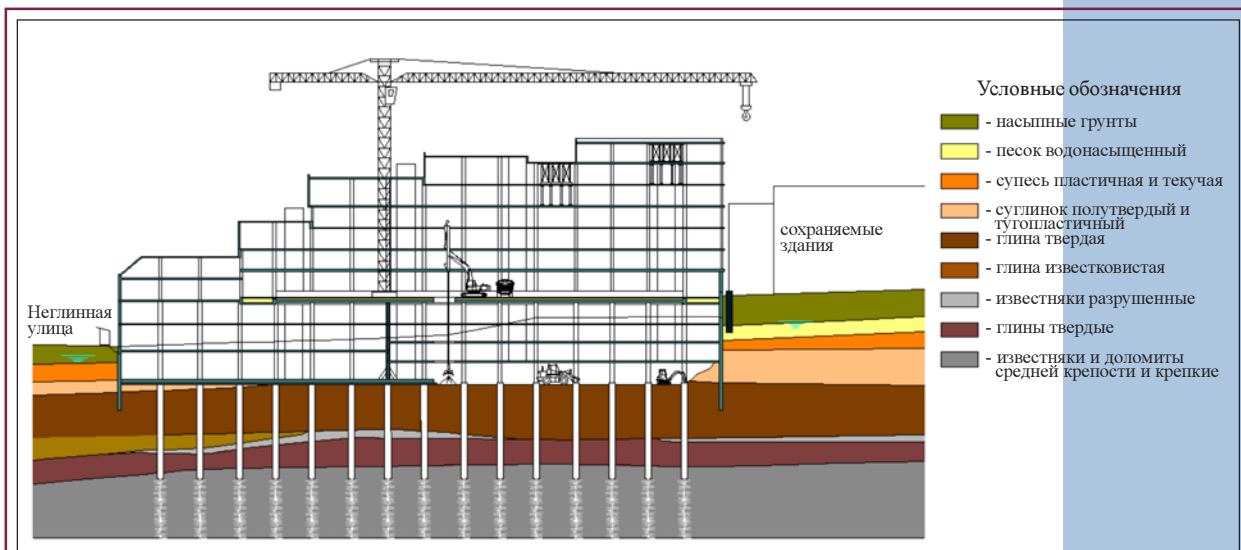
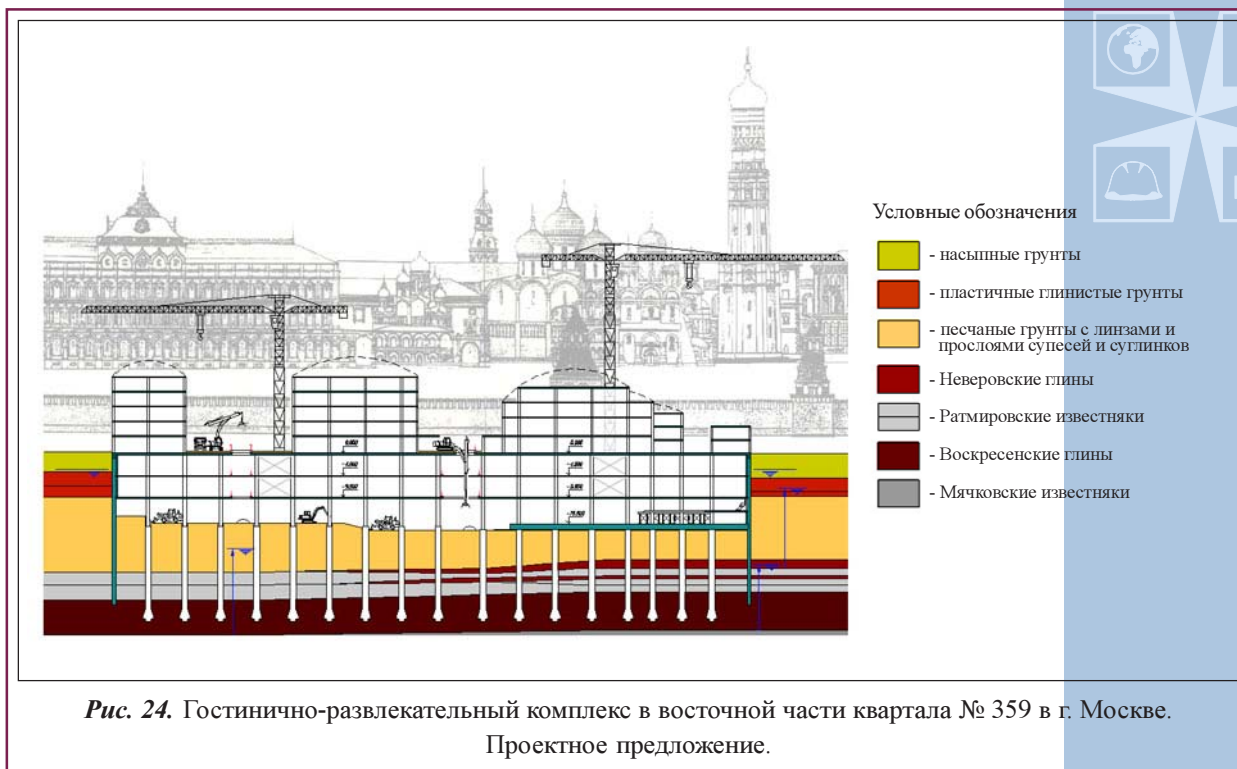


Рис. 23. Многофункциональный комплекс «Неглинная-Плаза» в Москве (Комплексная реконструкция с элементами нового строительства и реставрацией домовладений по адресам: ул. Неглинная, д. 20/2, стр. 1-5; ул. Рождественка, д. 31/6, стр. 1,2; Трубная площадь, д. 4, стр. 1, 2, 5). Принципиальное решение технологии строительства.

Для группы компаний «КРТ» подготовлено предложение по принципиальной технологии строительства гостинично-развлекательного комплекса в восточной части квартала № 359 в г. Москве (Рис. 24). Площадь каждого из подземных этажей превышает 16500 м². Предложенный полужакрытый способ строительства увязан с конструкцией нулевого цикла и имеет свои особенности, вызванные сложными геологическими и гидрогеологическими условиями.

Еще при строительстве многофункционального комплекса «Царев сад» деформационным мониторингом за возводимыми конструкциями его нулевого цикла было доказано, что в подобных условиях не существует, как таковой, проблемы осадок опорных конструкций, а



существует проблема выпора. Для Строений 1 и 3 «Царева сада» с четырехэтажным подземным пространством, возводимым в котловане глубиной 14 м, восьми надземных этажей было достаточно в качестве пригруза, чтобы выпор на завершающей стадии экскавации не превышал 10-12 мм, при условии заделки буровых колонн в грунтовом массиве ниже фундаментной плиты около 10 м.

Для строительства нулевого цикла рассматриваемого комплекса при глубине котлована свыше 17 м и ограничении надземной части шестью этажами требуется анкеровка буровых колонн как против выпора на стадии строительства, так и против всплытия на стадии эксплуатации с вовлечением в противодействие выпору (всплытию) грунтового массива ниже дна котлована. Специально для таких случаев нами была разработана модифицированная конструкция буровых колонн с уширенными пятями, способная воспринимать сжимающие усилия в верхней части на уровне фундаментной плиты до 1100 тс без усиления и растягивающие усилия в нижней части под фундаментной плитой до 1200 тс.

Вышеописанные решения по технологии строительства является интеллектуальной собственностью ООО «Инженерное бюро Юркевича», базируются на новом способе возведения и конструкции буровых колонн, защищенных патентами в Российской Федерации и за рубежом, и не могут быть использованы без согласия авторов.



ЛИТЕРАТУРА

1. Юркевич П. Реконструкция и реставрация комплекса музея А.С. Пушкина в Москве. Совершенствование технологии строительства фондохранилища//Подземное пространство мира. 1998. № 2-3. – С. 20 – 21.
2. Юркевич П., Чеканов П. Уникальный объект напротив Кремля//Подземное пространство мира. 2001. № 1. – С.27 – 37.
3. Yurkevich P. Multifunctional complex «The Tsar’s Garden» in Moscow: Combination of well-known and novel ideas in structures and technologies of underground construction is being successfully realized opposite to the Kremlin// AITES-ITA 2001 World Tunnel Congress «Progress in tunnelling after 2000». Volume III, Session 5. P. 513-520. Patron Editore, Bologna.
4. Юркевич П. Буровые колонны – новая реальность//Подземное пространство мира. 2001. № 4. – С. 12 - 21.
5. Юркевич П. Возведение монолитных железобетонных перекрытий при полужакрытом способе строительства подземных сооружений//Подземное пространство мира. 2002. № 1. – С. 13 – 22.
6. Юркевич П. Строительство подземной пятиуровневой автостоянки Многофункционального комплекса «Арбат-Центр» //Метро и тоннели. 2002. № 6. – С. 18-21.
7. Юркевич П. Подземная пятиуровневая автостоянка многофункционального комплекса «Арбат-Центр» в Москве. Общая технология строительства (25 чертежей проекта производства работ, 130 иллюстрирующих фотографий, подробное описание и анализ принятых решений) – эксклюзивная работа только на страницах корпоративного сайта – <http://www.yurkevich.ru/12r.php>