

Мягкие грунты, сейсмологическая активность, дорогие, по сравнению с обычными домами, проектные решения несколько не охладили интерес к строительству небоскребов. За прошедшие десять лет их стало в три раза больше: сейчас в мире 1378 зданий высотой более 200 м (данные Knight Frank). Первые небоскребы работали как офисы, современные здания используются так же, но и спрос на квартиры в них оказался значительным — небоскребы можно строить на небольшом участке, современные технологии позволяют делать это в условиях любого грунта, а покупатель ценит виды из окон на огромной высоте. И теперь более трети высоток — жилые, частично или целиком. По словам партнера архитектурного бюро «Крупный план» Андрея Михайлова, долгое время одним из главных препятствий для строительства небоскребов было колоссальное давление на грунт: «Конструкция тяжелая, под ее давлением грунт выходит за рамки линейной работы, наступают стадии упругопластической деформации».

Архитектура сталинских высоток в Москве продиктована как раз сложностями, связанными со строительством правильного фундамента. «Широкая нижняя часть, увеличенная глубина позволили минимизировать дополнительное по сравнению с естественным давлением грунта на глубине заложения фундамента», — продолжает Андрей Михайлов. В Нью-Йорке таких проблем не было: помимо другого темпа развития экономики, урбанизации, роста цен на землю массовому строительству небоскребов способствовала геологическая особенность местности. «Город практически стоит на скальном, прочном грунте, и даже если сверху присутствуют осадочные породы, их толщина незначительна», — объясняет архитектор. В Москве при строительстве высотных зданий приходится решать более сложные инженерные задачи, связанные с фундаментом, — кроме давления на грунт, это существенная усадка, возможная неравномерность, крены. «Основные расходы при строительстве фундамента возникают, когда идут инженерно-геологические изыскания, благодаря им закладываются определенные параметры конструкции, отвечающие компрессионным характеристикам грунта, определяется усадка здания», — говорит исполнительный директор Capital Group Михаил Хвесько. Ориентируясь на эти расчеты, проектировщики определяют жесткость будущей конструкции. «При неравномерной усадке все перекосы должны быть компенсированы жесткостью конструкции здания», — объясняет он. — Чем больше усадка, тем выше жесткость, больше армирование и дороже фундамент».

По словам заместителя директора по научной работе АО «НИЦ «Строительство»» Олега Шулятьева, сверхсильное давление на грунт высотки сейчас перестало быть проблемой — накоплен огромный опыт, быстро идет прогресс в отрасли строительных материалов. «Это просто данность, с которой приходится работать», — говорит он. Основной принцип строительства небоскребов не меняется: давление можно уменьшить за счет роста площади фундамента и глубины его залегания. «В Санкт-Петербургском «Лахта-центре» фундамент шире контура здания более чем в три раза, а глубина свай 85 метров», — приводит в пример Олег Шулятьев. Если приходится учитывать сейсмическую активность, как, например, в Чечне, где строится небоскреб «Ахмат тауэр», претендующий на звание самой высокой башни в Европе (после башни «Лахта-центра»), нужно учитывать не только давление на грунт, но и его перемещение. «При под-

Сверхсильное давление на грунт высотки сейчас перестало быть проблемой — накоплен огромный опыта, быстро идет прогресс в отрасли строительных материалов



#### ИСКУССТВО УПРАВЛЕНИЯ ЛИФТОМ

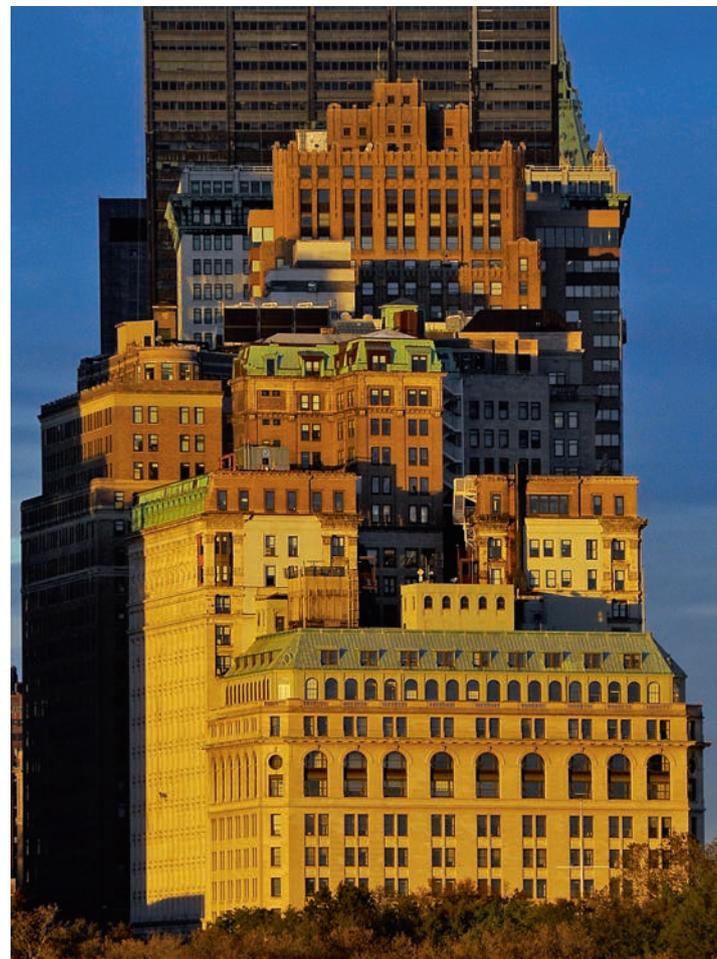
**Со сдачей небоскреба в эксплуатацию инженерные сложности не заканчиваются. О способах их преодоления рассказал президент ПАО «Сити» (управляет ММДЦ «Москва-Сити») Алексей Гаврилов.**

Одна из главных ежедневных проблем небоскреба — вертикальный транспорт. Если это бизнес-центр, по нему в течение дня передвигаются десятки тысяч человек, и эффективно распределить пассажиропоток в лифтах — одна из главных задач повышения комфортности. Естественно, что самые напряженные моменты приходятся на часы пик, связанные с рабочим расписанием: утром, в обед и вечером. Определенная модель распределения пассажиропотока в высотном здании закладывается уже на этапе проектирования, но в процессе эксплуатации часто выясняется, что она не совпадает с фактическим трафиком в лифтах.

Эту проблему можно решить, отрегулировав распорядок дня сотрудников по этажам, например, разнеся время обеда и окончания дня. Но это возможно, только если небоскреб целиком занимает одна корпорация.

Во всех других случаях приходится использовать технические решения. Например, в некоторых небоскребах в «Москва-Сити» установлены автоматизированные системы досрочного вызова лифта на первом этаже — лифт на нужный этаж заранее получает сигнал вызова при сканировании пропуска на турникете на входе. Это сокращает время его ожидания. Современные программные продукты позволяют собирать статистику трафика и анализировать пассажиропоток. Программа определяет, сколько пассажиров на каком этаже ждут лифт, и отправляет на этажи загруженную или пустую кабину. Чтобы не вводить систему в заблуждение, не нужно несколько раз нажимать на кнопку в ожидании лифта. Система может распознать этот сигнал как от нескольких человек, и поиск свободной кабины займет больше времени. В лифтах есть возможность групповых вызовов — для автоматической подачи пустого лифта. Межэтажный трафик в небоскребах можно распределять и с помощью совмещения лифтов и эскалаторов.

Так как в небоскребах эксплуатируются высокоскоростные лифты, скорость которых достигает 8 м/с, большое внимание уделяется их безопасности. Ее обеспечивают многочисленные системы мониторинга и контроля. Если трос оборвется, сработают ловители плавного торможения и не позволят кабине упасть. Для обеспечения энергоэффективности работы лифтов используется система рекуперации энергии. Лифты и эскалаторы могут переходить в спящий режим, если не нужны пассажирам, что экономит электроэнергию.



#### Особенности фундамента, помимо качества грунта, определяет каркас небоскреба

земных толчках здание может крениться в разные стороны, его фундамент должен воспринимать эти нагрузки», — объясняет специалист: верхняя конструкция небоскреба тоже должна адекватно воспринимать эти колебания. Для их снижения используют различные устройства для гашения или предотвращения колебаний, которые называются «демпферы». В Москве большинство высотных зданий тоже строится с участием свай. «При строительстве дома высотой 20 этажей проектировщик может выбирать, использовать сваи или нет. При проектировании небоскреба сваи обязательны, если, конечно, скальные породы не залегают прямо под фундаментной плитой», — говорит Михаил Хвесько. Глубина свай может достигать 50 метров, а их диаметр — полтора метров. Например, в ММДЦ «Москва-Сити» особый грунт. «Это аллювиальные (речные) отложения (на глубине 6–15 метров), а со стороны района Камушки есть русла исчезнувших притоков Москвы-реки (палеодолина). Глубже — известняки верхнего каменноугольного возраста, в которых могут быть полости (карсты)», — перечисляет Михаил Хвесько. Задача геолога — находить такие полости, а проектировщика — устранять риски при разработке фундамента в районе таких полостей. «В таких грунтах при строительстве небоскребов, как правило, используются свайные или свайно-плитные фундаменты. Толщина фундаментной плиты при этом может достигать четырех метров», — делится опытом девелопер. Выбор вида свай осуществляется индивидуально — или с помощью тестов, или на стадии разработки проекта в сотрудничестве с научными организациями, которые специализируются на новых видах свайных фундаментов. «Отсюда удорожание строительства — фундамент 50-этажного здания может стоить втрое дороже фундамента 20-этажного дома», — подчеркивает он. Все это учитывается в проекте. Существуют разные варианты установки свай: ее можно бурить, заливать бетоном, опускать внутрь сердечник (стержень, который выдавливает бетон в поры грунта по длине сваи и создает более жесткую сцепку, такие сваи могут быть короче и меньше в диаметре, их и нужно меньше). Сваи с сердечником могут выдержать до 30–40% больше нагрузки, чем сваи без него. В одном из проектов Capital Group стоимость погонного метра сваи диаметром 1 метр составляет около 40 тыс. руб. Средняя глубина свай — 15–30 метров, но может доходить и до 50 метров.

Особенности фундамента, помимо качества грунта, определяет каркас небоскреба. «Это вторая важная особенность строительства небоскребов», — говорит Андрей Михайлов. В зданиях высотой более 100 этажей стандартный бетон не выдерживает нагрузки, которая возникает на колонны первых этажей. «Приходится использовать специальные бетоны повышенной прочности — с ними технологически сложно работать на стройплощадке — и специальную арматуру», — продолжает он. А при строительстве особенно высоких зданий на первых этажах могут применяться цельностальные колонны.

При проектировании каркаса и его внутренних систем приходится еще учитывать турбулентность ветрового потока, которая возникает из-за высоты здания. «Представьте себе трубу высотой более 500 метров и разницу в давлении на первом и последнем этаже. Без специальных решений здание будет работать как дымовая труба», — приводит аналогию Андрей Михайлов. — Снаружи равномерно распределять давление помогают специальные фасадные системы. Для решения проблемы сквозняков в первых небоскребах стали ставить вращающиеся двери. По этой же причине в небоскребах не бывает естественной вентиляции и нельзя открывать окна, чтобы не нарушить работу механических инженерных систем».

ЕКАТЕРИНА ГЕРАЦЕНКО