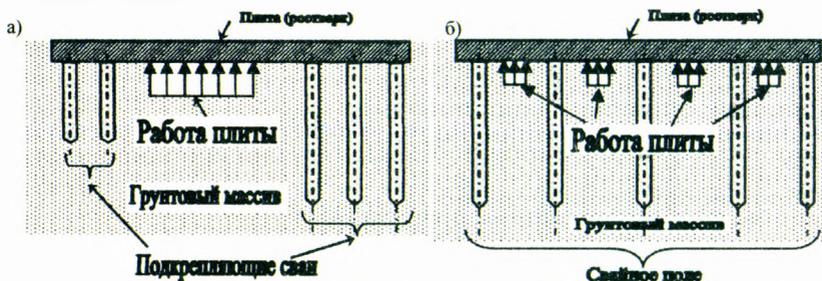


Сливка Д.Н., Пойта П.С., Шведовский П.В.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ И УСТРОЙСТВА ПЛИТНО-СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТОВ В БРЕСТСКОМ РЕГИОНЕ

В настоящее время основной мотивацией к внедрению в практику комбинированных плитно-свайных фундаментов являются общие проблемы фундаментостроения – повышение этажности зданий и соответствующий рост нагрузок, возникший дефицит «хороших» грунтов, высокая плотность городской застройки и нередко необходимость строить в плотное примыкание к существующим зданиям и сооружениям.

ПСФ представляет собой монолитную плиту, подкрепленную сваями того или иного типа и расположенными в виде свайного поля, лент, кустов или одиночных свай (рис. 1).



а – ПСФ с подкрепляющими сваями; б – со свайным полем

Рисунок 1 – Общие виды плитно-свайных фундаментов

Определяющим признаком ПСФ является не сам факт наличия двух компонент – плитной и свайной, а то, что обе компоненты фундамента являются несущими, обеспечивая непосредственную передачу нагрузки от надфундаментной конструкции на грунт основания: сваи – нижним концом и боковой поверхностью, плита – подошвой [1,2,3].

Для возможности включения в работу на отпор грунта плиты-ростверка необходимо наличие, как минимум, двух условий (помимо очевидного требования непосредственного опирания ростверка на грунт):

- свайная компонента ПСФ должна обладать определенной податливостью, т.е. возможностью развития осадки под нагрузкой;
- в монолитной плите – ростверке должны быть участки, достаточно удаленные в плане от свай.

Первое требование означает, в частности, что к ПСФ не могут быть отнесены свайные фундаменты со сваями, опирающимися на прочные несжимаемые грунты, исключающими возможность развития осадок. Тем не менее, это не исключает применения в составе ПСФ свай, формально отнесенных к стойкам. По поводу этого тезиса следует сделать следующие уточнения.

Для многих элювиальных грунтов характерно наличие в инженерно-геологическом разрезе достаточно мощных промежуточных слоев грунта, кото-

рые по своим формальным характеристикам должны быть отнесены к прочным, но обладающих заметной сжимаемостью. Соответственно, опирающиеся на них сваи по нормативной классификации считаются стойками, но дают вполне значимые осадки. Так, по результатам наших наблюдений, осадки забивных и буронабивных свай на подобных грунтах иногда достигают 2,5-3,0 см при нагрузках, меньших расчетной несущей способности этих свай. Уже при средней сжимаемости грунтов верхних слоев, служащих опорными для плиты-ростверка, такая осадочность свай может оказаться вполне достаточной для полноценного включения в работу плитной компоненты.

Второе требование отражает тот факт, что полноценный отпор по подошве плиты-ростверка может реализоваться лишь на участках, достаточно удаленных от свай, вне зоны их влияния. Такое влияние проявляется в вовлечении около-свайного грунта в общую осадку со сваями при формировании «осадочной воронки»[3,4].

Возможность включения в работу плиты присутствует лишь в зоне вне этих воронок. Традиционные варианты кустовых или ленточных ростверков, практически повторяющих в плане конфигурацию соответствующих групп свай, обычно такой возможности не предоставляют, как и большегабаритные в плане плиты, устраиваемые по «густой» сетке свай (свайному полю) с шагом свай не более 4 d.

Первая регламентация плитно-свайных (или – в нормативной терминологии – свайно-плитных) фундаментов имела место в нормативной документации РФ [5]. На наш взгляд, подход, реализованный в указанных нормах, не может рассматриваться как удачный. Фактически была принята концепция ПСФ со свайной компонентой в виде регулярного свайного поля, с шагом свай 5–8d (рис.16). Такой шаг несколько превышает традиционный для висячих свай шаг 3d и позволяет подключать к работе центральные участки межсвайных промежутков плиты. Однако весьма незначительная суммарная площадь подобных участков предопределяет и довольно низкую долю общей нагрузки, которую возможно передать на плитную компоненту ПСФ – не более 15%, согласно указанным Нормам. А в целом, плитно-свайный фундамент трактуется как некоторое развитие и расширение возможностей традиционного свайного фундамента, остающегося базовым и основным.

Более поздняя редакция [6] расширила концепцию ПСФ, сняв отмеченные выше ограничения.

В рамках этого подхода базовым, исходным типом фундамента является плитный на естественном основании. Лишь при невозможности удовлетворения тех или иных требований расчета по деформациям осуществляется переход к плитно-свайному варианту с постановкой определенного количества подкрепляющих свай.

Свай, таким образом, рассматриваются как элементы жесткости основания, свайная компонента ПСФ – как участок существенно повышенной жесткости, а плитно-свайный фундамент – с точки зрения расчета – как плита, лежащая на неоднородном по сжимаемости основании искусственно создаваемой (полезной) неоднородностью.

Наиболее рациональным при этом является размещение свай в виде кустов или рядом в опорных зонах несущих колонн и стен с минимальным шагом, как

схематично показано на рис.1. Работа плитной компоненты таким образом приурочивается к пролетным – межкустовым и межрядовым – участкам, а не к межсвайным. При этом никаких ограничений в доле, нагрузки, воспринимаемой плитной компонентой ПСФ, не возникает.

Можно выделить следующие типовые ситуации, в которых целесообразно (а иногда и безальтернативно) применение плитно-свайных фундаментов.

Слабые и насыпные грунты. Как отмечалось выше, постепенно возникающий дефицит «хороших» грунтов нередко заставляет использовать такие грунты в качестве оснований. Основные расчетные требования к фундаментам здесь – это ограничение величины общей (средней) осадки, а для насыпных грунтов – ограничение давления по подошве.

Задача решается постановкой подкрепляющих свай в опорных зонах колонн и стен по всей площади плиты. Количество свай и их параметры определяются условием восприятия ими соответствующей доли нагрузки, которую необходимо снять с подошвы плиты.

Неравномерная сжимаемость основания. Наиболее характерной ситуацией здесь является резкое падение кровли прочных грунтов в пределах строительной площадки. Подкрепляющие сваи здесь являются инструментом выравнивания неравномерных осадок плиты.

Примыкание к существующим фундаментам. При устройстве ПСФ вплотную к существующему, одним из вариантов снижения негативного влияния нового фундамента является его опирание в зоне примыкания на буронабивные сваи. Если возможно устройство свай-стоек, то это полностью снимает проблему негативного воздействия, более того, сами буронабивные сваи служат в определенной степени защитой существующих фундаментов при откопке котлована. В этом случае необходимо устройство дополнительных подкрепляющих свай с целью выравнивания осадок плиты.

Если устройство свай-стоек невозможно, то эффективным способом снижения негативного воздействия является консольный вариант примыкания. Ряд висячих буронабивных свай устраивается со смещением во внутренний пролет относительно краевой стены или ряда колонн. При этом снимается оппор грунта по подошве на краевой полосе между рядом свай и краем плиты – например, за счет устройства под подошвой деформативной подкладки. Такое удаление зоны передачи нагрузки на основание, от примыкающего фундамента, значительно снижает уровень воздействия на него, устройство же ряда висячих свай является способом повышения несущей способности и снижения деформативности соответствующего участка основания, где происходит значительная концентрация усилий (включая момент от консольного опирания краевой стены или колонн). Расчет подкрепляющих свай при этом ведется по условию выравнивания осадок плиты, включая зону концентрации.

Метод «отложенного решения». Суть метода заключается в том, что решение об устройстве подкрепляющих свай принимается не на стадии проектирования, в условиях дефицита достоверной информации о строении и свойствах грунтового основания, а в процессе строительства здания, в ходе и по результатам мониторинга, когда такие свойства уже проявились фактически.

В рамках этого метода фундамент изначально выполняется как плитный, причем в теле плиты устанавливаются специальные гильзы. При проявлении опасных тенденций в развитии осадок по мере роста нагрузок под плитой методом инъектирования через указанные гильзы устраиваются буроинъекционные сваи специального вида, превращающие фундамент в плитно-свайный.

Рассмотрим особенности работы ПСФ при их устройстве на слабых и шлитных грунтах на примере «3-звездочной гостиницы "Буг" по ул. Ленина в г. Бресте».

Проектируемое здание в плане имеет сложную форму. Состоит из трех пятиэтажных блоков, уровень ответственности здания II. Расчетные нагрузки приняты в соответствии со СНиП 2.01.07-85* "Нагрузки и воздействия": ветровая нагрузка для I ветрового района – 0,23, снеговая нагрузка (нормативная) для II снегового района – 0,8 кПа.

Нормативные значения временных нагрузок в помещениях приняты согласно нормативных документов:

– над перекрытием подвала: офисные помещения – 2,0, банкетный зал – 3,0, лестницы – 3,0, балконы и лоджии – 2 кПа;

– над перекрытием 1...4 этажей: жилые помещения – 1,5, лестницы – 3,0, балконы и лоджии – 2 кПа;

– над покрытием 5 этажа: покрытие – 0,5 кПа.

Вертикальные несущие конструкции здания – колонны (сечение 300x500), диафрагмы жесткости (толщина 200 мм) выполнены из монолитного бетона класса С20/25. Соединение арматуры колонн и диафрагм жесткости предусмотрено из отдельных стержней без использования сварочных соединений на строительной площадке. Наружные стены – поэтажно опертые из ячеистобетонных блоков. Перекрытие подвала – сплошной монолитный диск из бетона С20/25 толщиной 220 мм.

Рельеф строительной площадки ровный. Условия поверхности стока удовлетворительные. Неблагоприятные геологические процессы при производстве изысканий не установлены. Нормативная глубина сезонного промерзания грунтов составляет – 88 см.

Основанием под острием свай служат грунты со следующими характеристиками:

Песок пылеватый средней прочности мощностью $h=1,3$ м, $\varphi=31^\circ$, $C=4,0$ кПа, $\gamma=18,5$ кН/м³, $E=19$ МПа, $e=0,62$.

Песок пылеватый прочный мощностью $h=1,7$ м, $\varphi=34^\circ$, $C=5,9$ кПа, $\gamma=19,4$ кН/м³, $E=34$ МПа, $e=0,54$.

Супесь пластичная малопрочная мощностью $h=2,7$ м, $\varphi=18^\circ$, $C=11$ кПа, $\gamma=20$ кН/м³, $E=5$ МПа, $e=0,55$; $II=0,73$.

Супесь пластичная средней прочности мощностью $h=2,1$ м, $\varphi=22^\circ$, $C=13,6$ кПа, $\gamma=20,6$ кН/м³, $E=13$ МПа, $e=0,51$; $II=0,28$.

Фундаменты рассчитаны и запроектированы в программном комплексе «Конструктор зданий» в соответствии с СНБ 5.01.01-99 "Основания и фундаменты зданий и сооружений" с учетом требований СНиП 3.02.01-87 "Земляные сооружения. Основания и фундаменты" и Пособия П5-2000 к СНБ 5.01.01-99.

На рисунке 2 приведена расчетная модель ПСФ, рисунке 3 – эпюра осадок и рисунок 4 – эпюра напряжений в основании ПСФ.

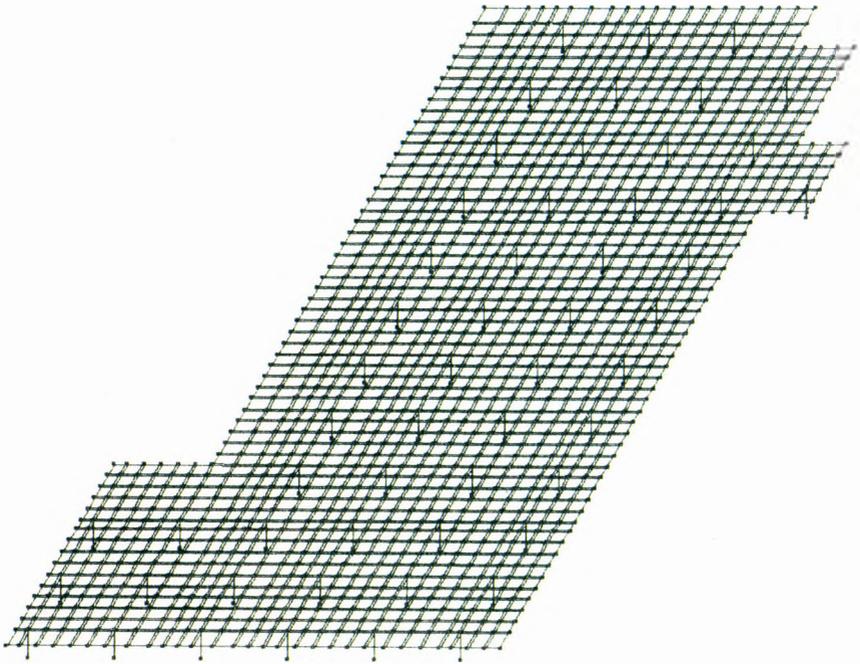


Рисунок 2 – Расчётная модель ПСФ

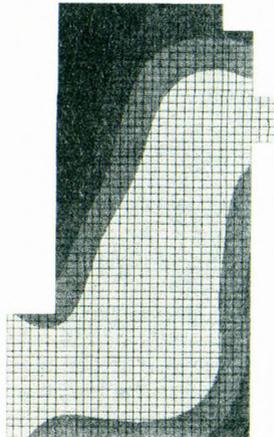


Рисунок 3 – Энергия осадок ПСФ

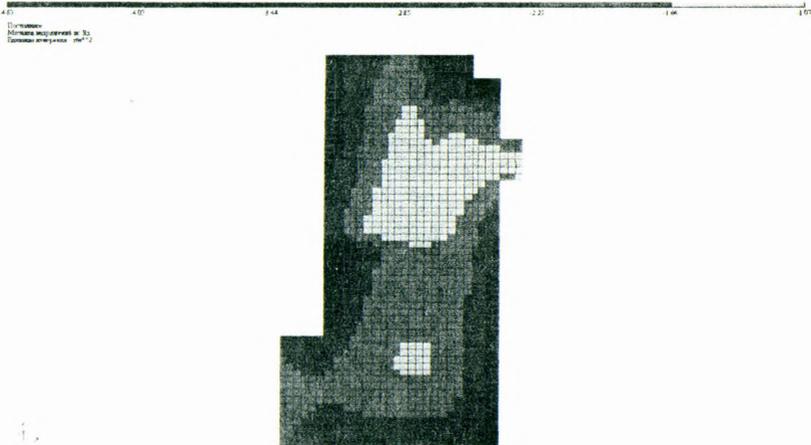


Рисунок 4 – Эпюра напряжений в основании ПСФ

Результаты расчетов показывают, что несущая способность ПСФ определяется суммой величин несущей способности околосвайного грунтового массива и грунтового массива под плитой. Соотношение этих величин – 3:1. Всё это показывает, что в таких условиях применение ПСФ – наиболее экономичный вариант.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Оржеховский, Ю.Р. Оптимизация решений плитных фундаментов на неоднородном основании. Геотехнические проблемы строительства архитектуры и геоэкологии на рубеже XXI века / Ю.Р.Оржеховский, В.В.Лушников, Р.Я. Оржеховская – Екатеринбург, Тамир: Издательство Казахстанской национальной геотехнической ассоциации 1023 с., в двух томах: т.1 (523 стр.), т.2 (500 стр.).
2. Бартоломей, А.А. Прогноз осадок свайных фундаментов / А.А. Бартоломей, И.М. Омельчак, Б.С. Юшков. – М.: Стройиздат, 1982. – 223 с.
3. Бахолдин, Б.В. Плитно-свайные фундаменты / Б.В.Бахолдин // Научно-технический журнал. Основания, фундаменты и механика грунтов. – М.,2003. – №5.
4. Голубков В.Н. Определение конечной осадки свайных фундаментов и развития осадки во времени / В.Н. Голубков // Республ. межвед. науч.-техн. сб. – Киев: Будивельник, 1970. – Вып. 3: Основания и фундаменты.
5. Проектирование и устройство свайных фундаментов:СП 52-102-2003/ Госстрой России – М., 2004. –СП 24.13330.2011.
6. Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03.85:СП 24.13330.2011. – М., 2011.

УДК 624.159.4.11.

Трубач Ю.В., Кремнев А.П.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЖЕСТКОГО АРМИРОВАНИЯ ПРИ УСИЛЕНИИ ЛЕНТОЧНЫХ ФУНДАМЕНТОВ

При проектировании усиления необходимо максимально использовать существующий фундамент, обеспечив его совместную работу с элементами усиления [1, с. 131].