

А.П. КАЗАНКОВ
З.Ф. ВАСИЛЬЧИКОВА
П.В. ИГНАТЬЕВ

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СТРОЯЩЕГОСЯ МНОГОЭТАЖНОГО ДОМА НА БЛИЗРАСПОЛОЖЕННЫЕ СУЩЕСТВУЮЩИЕ ПАНЕЛЬНЫЕ ЗДАНИЯ

*EVALUATION OF INFLUENCE OF MULTISTORY BUILDING UNDER CONSTRUCTION
ON EXISTING BEARING-WALL BUILDINGS*

Представлены результаты обследования существующих панельных зданий и строящегося дома-вставки с целью прекращения их взаимного влияния друг на друга. На основе полученных данных освидетельствования технического состояния несущих и ограждающих конструкций указанных объектов была разработана расчётная модель по оценке фактической несущей способности грунтов оснований и конструктивных элементов на участках примыкания соседних зданий. По результатам расчёта были предложены мероприятия по обеспечению независимой работы соседних объектов посредством устройства шпунтовой стенки из буроинъекционных свай. После выполнения указанных мероприятий по предотвращению взаимного влияния существующих панельных и строящегося дома-вставки между ними практически прекратилось дальнейшее нарастание осадок оснований, образование и развитие трещин в панелях и несущих кирпичных стенах.

Ключевые слова: *техническое состояние, несущая способность, взаимное влияние объектов, дополнительные осадки, расчётная модель, шпунты, буроинъекционные сваи*

The paper presents the results of a survey of existing buildings and the construction of prefabricated houses - insert to end their mutual influence on each other. Based on the data of the survey the technical condition of bearing and enclosing structures of the above objects has been developed computational models to assess the actual bearing capacity of soil foundations and structural elements in areas abutting the neighboring buildings. According to the calculation results of the event were offered to ensure the independent operation of neighboring objects by the apparatus of the sheet pile wall CFA piles. After these measures to prevent cross-contamination of existing and under construction panel inserts homes between them, practically stopped further growth of deposits base formation and development of cracks in the panels and supporting brick walls.

Keywords: *technical condition, bearing capacity, mutual influence of objects, additional rainfall, calculated model, dowels, CFA piles*

В условиях плотной городской застройки строительство новых зданий ставит перед проектировщиками задачи по обеспечению безаварийной и безопасной работы отдельных конструкций и объектов в целом и использованию проектных решений с применением новых конструкций, в том числе конструкций фундаментов [1–7].

В течение 2010–2012 гг. сотрудниками кафедры инженерной геологии, оснований и фундаментов архитектурно-строительного института СамГТУ проводились работы, связанные с определением технического состояния конструкций строящегося многоэтажного бескаркасного дома-вставки и оценкой его влияния на примыкающие к нему торцами панельные существующие здания. Общий вид жилых зданий со стороны ул. Ворошилова в городе Тольятти показан на рис. 1.

В процессе возведения кирпичного дома-вставки в 2006–2007 гг. произошло ухудшение технического состояния существующих панельных жилых домов,



Рис. 1. Общий вид строящегося и существующих панельных жилых домов в Тольятти по ул. Ворошилова, д. 55

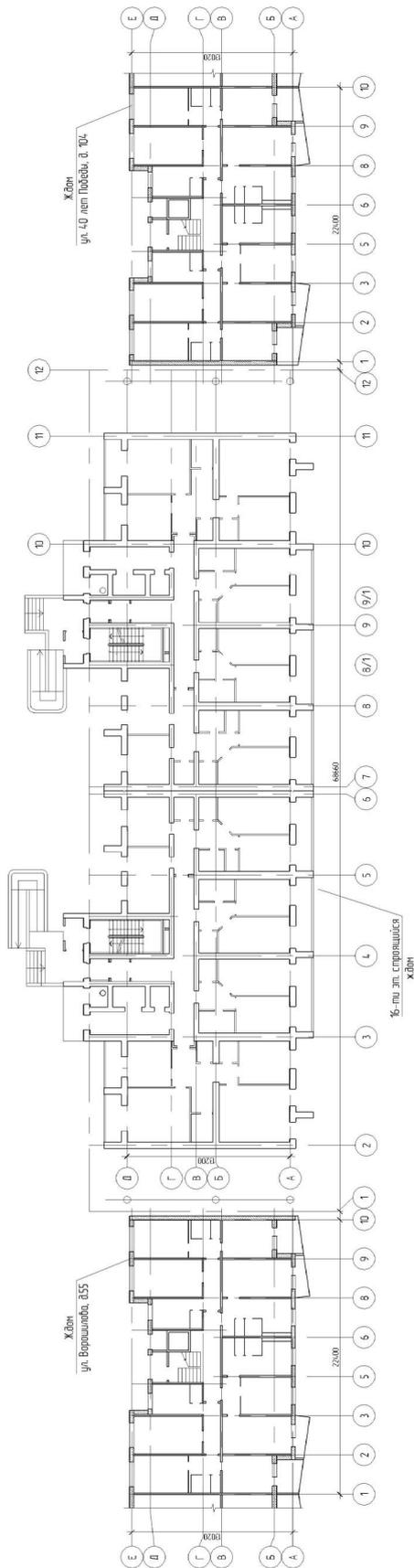


Рис. 2. Схема расположения жилых домов на исследуемом участке

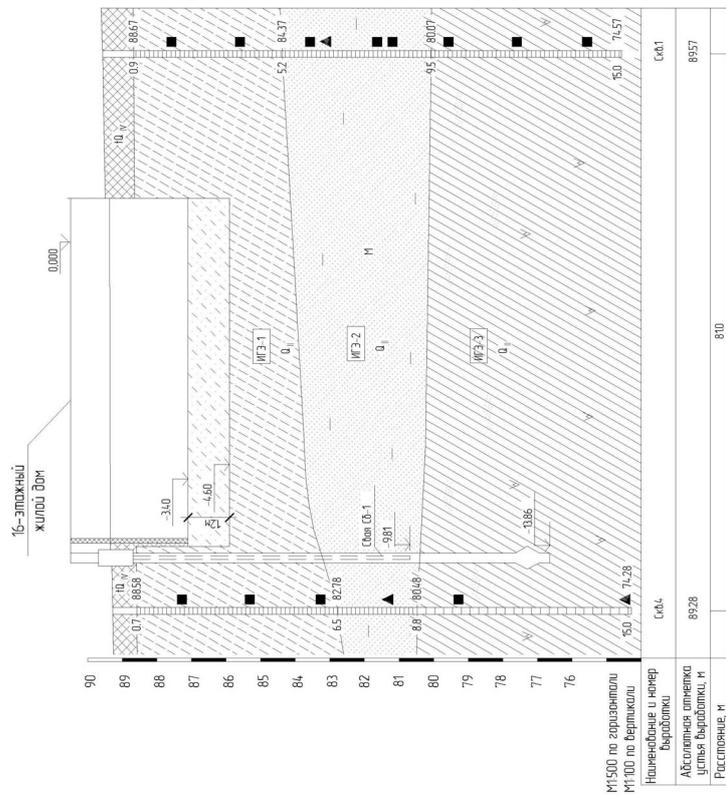


Рис. 3. Литологический разрез площадки застройки

Здесь ИГЭ-1 – супесь просадочная, желтовато-коричневая, тяжёлая, твёрдая; мощность супеси изменяется от 4,2 до 5,8 м;

ИГЭ-2 – песок желтовато-коричневый, мелкий, средней плотности, малой степени водонасыщения, глинистый; мощность песка колеблется от 2,3 до 4,3 м;

ИГЭ-3 – суглинок коричневый, непросадочный, твёрдый и полутвёрдый, ожелезнённый, в верхней части слоя опесчаненный; вскрытая мощность изменяется от 5,5 до 6,2 м в пределах разведанной толши

непосредственно примыкающих к торцевым стенам строящегося объекта. По количеству возникших повреждений техническое состояние несущих конструкций первого подъезда существующего панельного девятиэтажного жилого дома по ул. Ворошилова, д. 55 оценивалось по ГОСТ 31937-2011 в начале наблюдений как ограниченно-работоспособное [8].

Достижение аварийного состояния ряда конструктивных элементов данного панельного дома произошло в 2010–2011 гг. Одним из способствующих этому факторов явилось увеличение нагрузки на существующие объекты, связанные с ростом этажности возводимого кирпичного дома, а это свидетельствует о том, что в проектной документации не были учтены мероприятия по обеспечению независимой работы существующих и строящегося сооружений (рис. 2).

Примерно в тот же период было зафиксировано образование и дальнейшее развитие трещин в кирпичной кладке дома-вставки в основном на

участках примыкания к существующим панельным домам в местах сквозного проезда.

Геологическое строение участка застройки, согласно [9], на изученную глубину 15,0 м определяется преимущественным развитием отложений средне-четвертичного возраста; на поверхности повсеместно развиты современные техногенные образования (насыпные грунты).

В геологическом строении исследуемого участка выделено три инженерно-геологических элемента (сверху-вниз), литологический разрез которого показан на рис. 3.

Насыпной слой мощностью 0,7–1,3 м представлен асфальтом, бетоном, щебнем, песком серым, суглинком буровато-черным тугопластичным, черноземом; мощность насыпного слоя составляет от 0,7 до 1,3 м в пределах «пятна» застройки.

По данным компрессионных испытаний супеси при замачивании проявляют просадочные свойства по всей мощности слоя (мощность просадочной

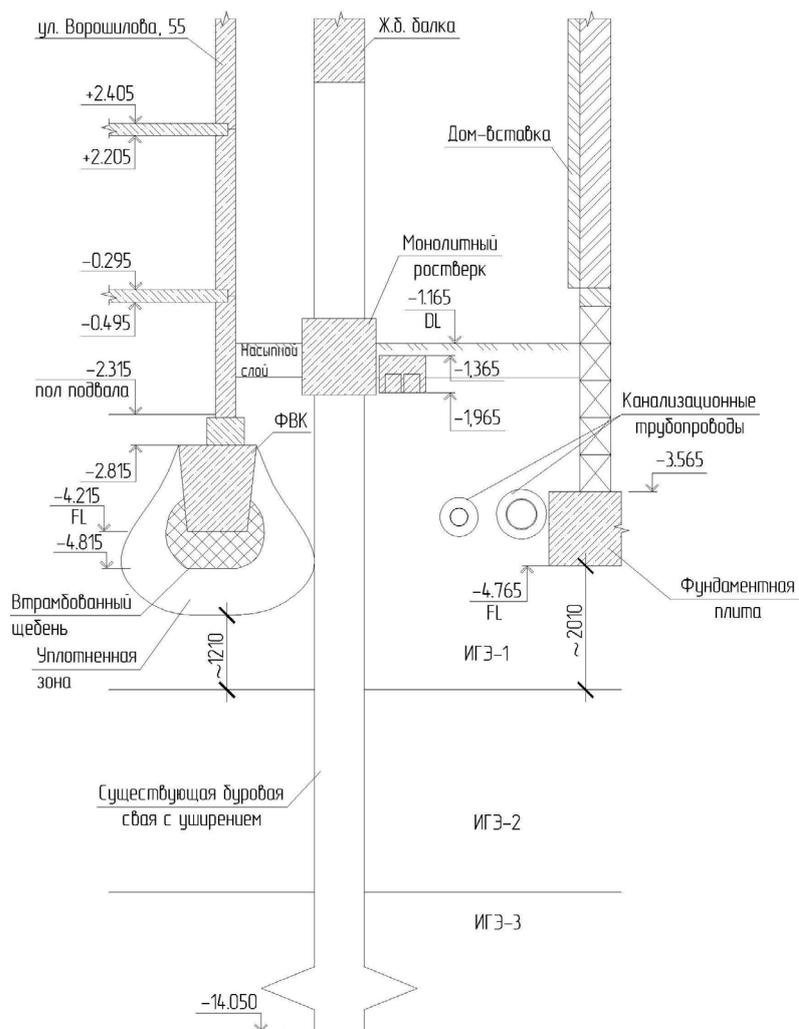


Рис. 4. Конструкции нулевого цикла в местах примыкания дома-вставки и панельного жилого здания

толщи изменяется от 4,2 до 5,8 м). Тип грунтовых условий по просадочности – I. Просадка слоя от собственного веса изменяется от 0,0 до 7,8 см.

По сравнению с ранее выполненными изысканиями, которыми пользовались при проектировании конструкций нулевого цикла дома-вставки, и исследованиями авторов выявлены следующие отличия:

- несущий слой, расположенный ниже уровня подошвы фундаментной плиты, должен классифицироваться как супесь, причем показатель J_p находится в пределах от 4 до 7 %;

- начальное просадочное давление P_{s1} по нашим результатам находится в диапазоне 20,4-176,0 кПа, что значительно меньше ранее определённого – 255-300 кПа на этапе проектирования объекта. Этот весьма важный показатель указывает на то, что конструкция нулевого цикла в виде фундаментной плиты исключается как вариант устройства, поскольку трудно обеспечить выполнение неравенства $P_2 < P_{s1}$ в данных условиях застройки;

- относительная просадочность верхнего слоя супеси колеблется от 0,017 до 0,098;

- природная влажность грунта несущего слоя была наибольшей на участке стыка дома-вставки и панельного дома № 55 по ул. Ворошилова, т.е. в местах прохождения магистральных водонесущих сетей.

Конструкции нулевого цикла в существующих панельных зданиях были выполнены в виде отдельных несущих фундаментов в вытрамбованных котлова-

нах с уширением из втрамбованного щебня, объединённых монолитным ленточным ростверком.

Под строящийся многоэтажный дом были разработаны два типа фундаментов: в виде сплошной монолитной фундаментной плиты толщиной 1200 мм под среднюю часть здания между сквозными проездами, а в местах примыкания к торцам панельных зданий были использованы изготовленные несколько лет назад буронабивные сваи с уширением по три штуки с каждой стороны дома-вставки длиной 12,0 м, диаметром ствола 1000 мм и несущей способностью 640 тс каждая.

Общий вид узла сопряжения конструкций нулевого цикла двух соседних зданий – строящегося и существующего представлен на рис. 4.

Наблюдения за динамикой развития трещин в панелях стен в период 2010–2011 гг. осуществлялись по установленным на трещины гипсовым маякам; одновременно выполнялись геодезические работы по оценке нарастания осадок оснований на участках примыкания соседних объектов.

Схемы расположения повреждений (трещин) фасада на примере первой секции при обследованиях, выполненных в 2010–2012 гг., приведены на рис. 5.

Анализ результатов наблюдения показал, что происходило дальнейшее постепенное ухудшение технического состояния панельного здания, многие трещины в наружных стеновых панелях имели сквозной характер.



Рис. 5. Карта повреждений на фасаде панельного жилого дома (по данным 2010–2011 гг.)

При возведении нового здания имело место увеличение нагрузки на грунт в пространстве между существующими панельными домами. Грунт испытывает кроме нормальных и горизонтальных (распорных) также касательные (сдвигающие) напряжения.

Расчёт взаимного влияния соседних зданий – строящегося и существующих выполнялся в несколько этапов: вначале была приложена нагрузка оснований только от двух соседних 9-этажных панельных домов; далее произведён учёт работы свай при новом строительстве, расположенных по торцам вблизи эксплуатируемых объектов – буронабивных свай с уширением и устроенных между ними буронабивных свай длиной 8,0 м диаметром 600 мм; на заключительном этапе прикладывалась нагрузка на грунта основания от двухсекционного дома-вставки и от свай.

Данный порядок передачи нагрузки от существующих и возводимого объектов в целом повторяет этапы загрузки изучаемой площадки с течением времени.

На первом этапе средняя расчётная величина осадки панельных зданий составила 7,5 см, напряжения под подошвой существующих фундаментов в уплотнённом слое находятся в диапазоне 210–340 кПа. Таким образом, осадки домов не превышают предельных значений, а их общая устойчивость обеспечивается относительно равномерным распределением деформаций грунтов по «пятну» застройки. Результаты расчёта второго этапа практически совпадают с первым. Из данных третьего этапа следует, что с загрузкой буронабивных свай и возникновением нагрузки от дома-вставки картина осадок панельных зданий резко меняется. На этом этапе просматриваются явления неравномерности деформаций оснований на участке стыка существующих и вновь строящегося объекта, т.е. имеет место негативное влияние строящейся кирпичной вставки на эксплуатируемом объекте.

Математическое моделирование деформативности грунтового основания осуществлялось с помощью расчётного комплекса «PLAXIS». В основу разработанной схемы решения поставленной задачи были заложены следующие положения:

грунтовой массив на территории застройки находится в условиях плоской деформации;

предельное состояние дисперсных грунтов описывается теорией Кулона-Мора, т.е.

$$E = \sigma \cdot \operatorname{tg} \varphi + c \quad \text{и} \quad \operatorname{tg} \psi = \operatorname{tg} \varphi + (c/\sigma). \quad (1)$$

Основными параметрами принятой модели являются: E – модуль Юнга, кН/м²; ν – коэффициент Пуассона; φ – угол внутреннего трения, град; c – удельное сцепление, кН/м²; ψ – угол дилатансии, град.

Результаты вычислений напряжений в массиве грунта на исследуемом участке в условиях плоской задачи представлены на рис. 6.

По данным последнего этапа после построения эпюр сжимающих и сдвиговых напряжений можно видеть, что с загрузкой всех буронабивных свай и появлением напряжений в грунте от кирпичного дома-вставки изменялась картина осадок панельных зданий. Если до строительства дома-вставки величина осадок панельных зданий была достаточно равномерной под «пятном» застройки, то после появления нагрузки от строящегося дома-вставки просматривается явная неравномерность развития осадок от панельных зданий, причём их наибольшие величины деформаций находятся в непосредственной близости к буронабивным сваям дома-вставки.

Из результатов расчёта оснований и фундаментов строящегося и существующих зданий и построенной картины напряжений в грунте следует, что строительство многоэтажной вставки привело к проявлению неравномерности развития деформаций оснований панельных зданий, особенно на соприкасающихся участках с новым строительством.

Буронабивные сваи, устроенные по торцам строящегося объекта, никоим образом не могли предотвратить влияние возводимого дома на соседние панельные дома, тем более что длина буронабивных свай составила 8,0 м, тогда как активная зона грунтов оснований дома-вставки составляла от уровня подошвы монолитной фундаментной плиты более 17,0 м. Сваи следовало заглубить на 3–4 м от нижней точки пересечения изобар (линии равных сжимающих напряжений) соседних фундаментов.

Следует отметить следующее: когда высота возводимого многоэтажного дома-вставки превысила высоту соседнего соприкасающегося с ним 9-этажного панельного здания по улице Ворошилова, д. 55, было выявлено, что практически отсутствует деформационный шов между соседними объектами в уровне 7-9-го этажей существующего дома, т.е. наружные стены дома-вставки и панельного здания вошли в непосредственный контакт. В связи с данным обстоятельством наружная торцевая панельная стена значительно изменила своё напряжённо-деформируемое состояние – верхняя часть за счёт возникших сил трения с наружной кирпичной стеной дома-вставки оказалась как бы зафиксированной, а остальная – с 6-го этажа и ниже часть торцевой стены продолжала оседать. В результате на наружной торцевой стороне панельного дома возникли продольные горизонтальные трещины, а при проведении вскрышных работ в тех же панелях с внутренней стороны обнаружился разрыв вертикальной рабочей арматуры, хотя в целом панельное здание работает на восприятие сжимающих нагрузок.

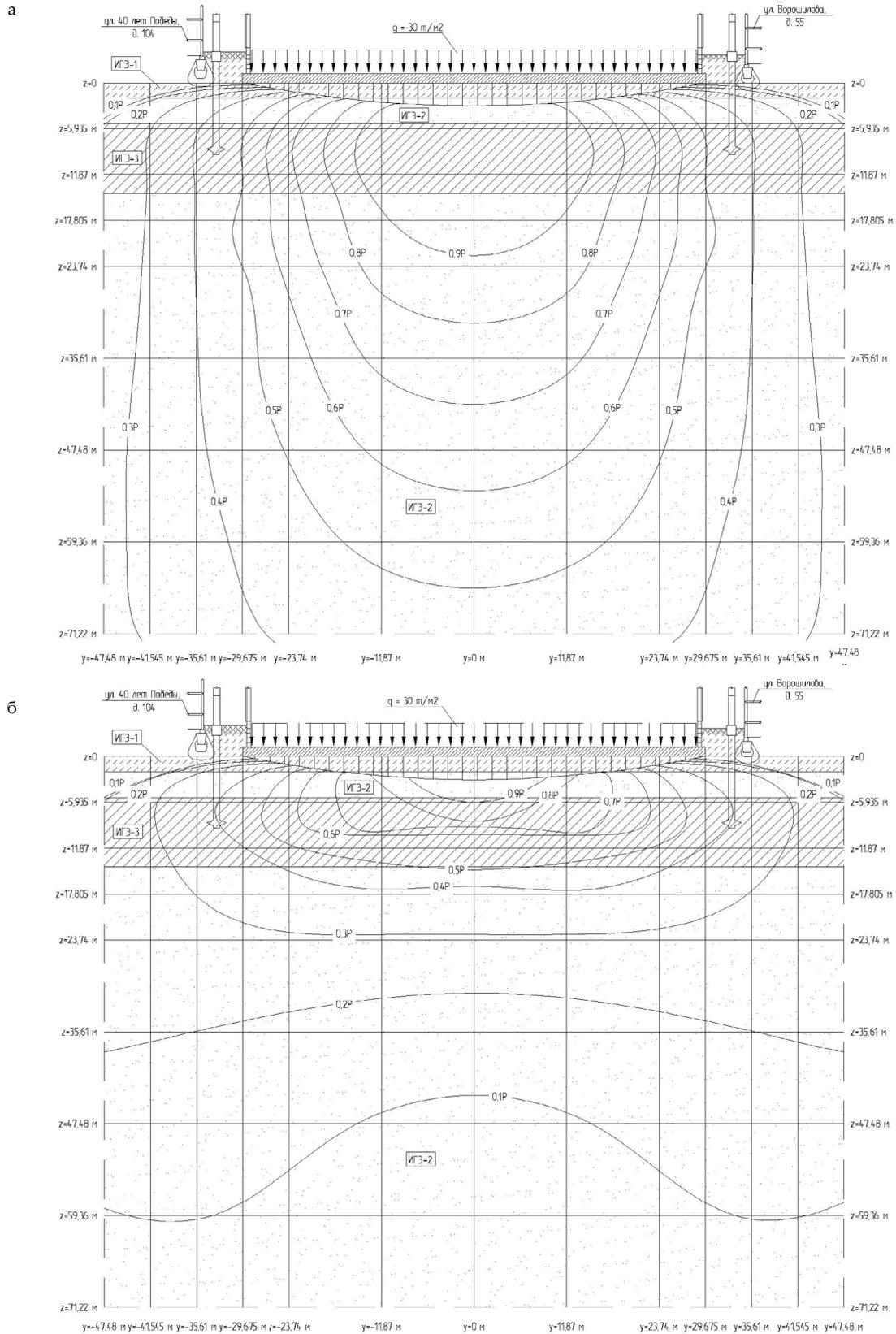


Рис. 6. Линии равных напряжений: а – изобары, б – распоры

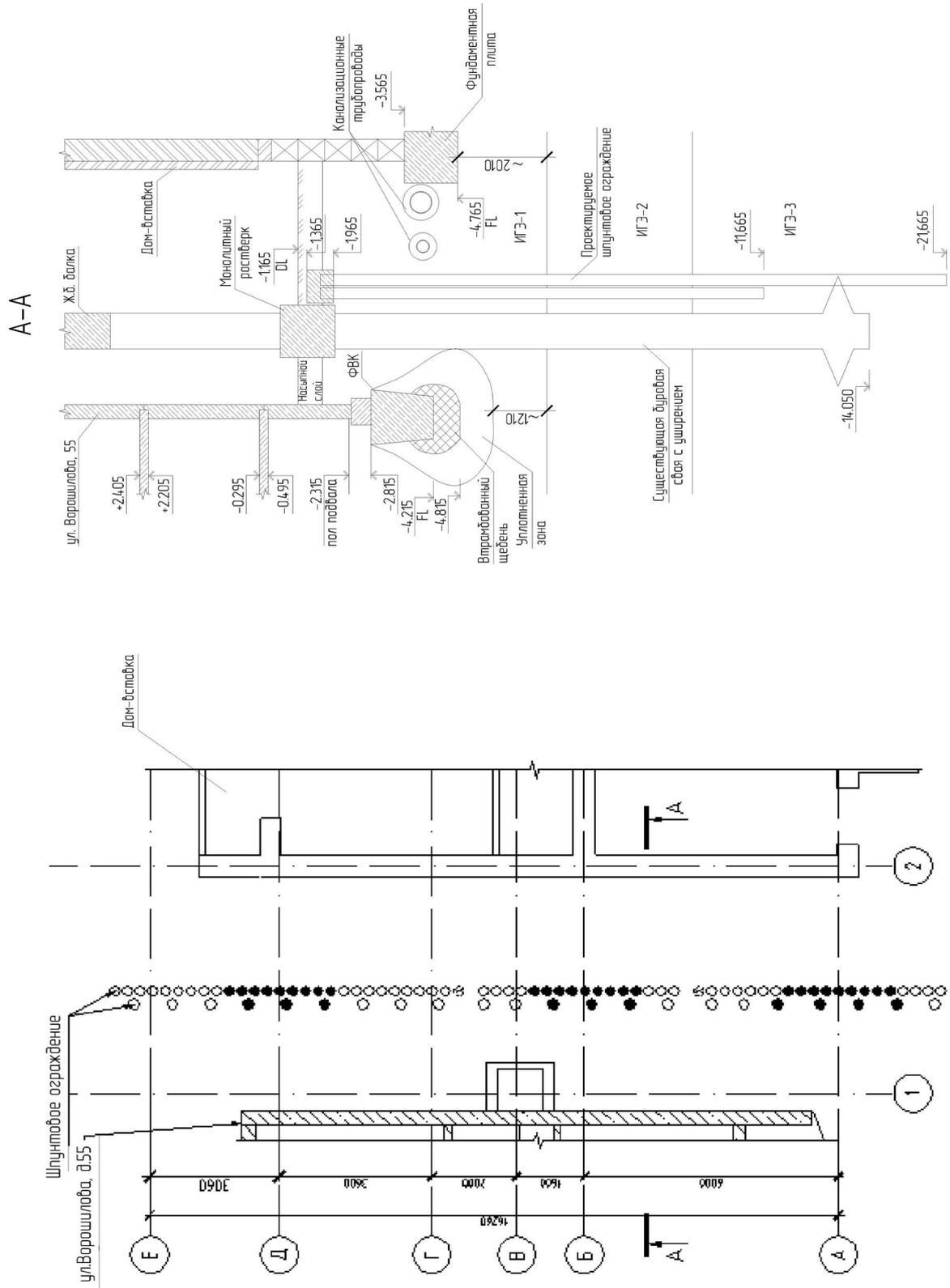


Рис. 7. Схема расположения шпунтового ограждения

Замеры крена наружной стены 9-этажного здания, выполненные с помощью теодолита с накладным уровнем методом вертикального проецирования в соответствии с ГОСТ 24846-2012, выявили, что наибольшие отклонения торцевой стены от вертикали достигали 18 мм, что существенно превышает допустимые $h/500 = 2,65/500 = 5,3$ мм.

Поверочные расчёты по оценке фактической несущей способности наружной железобетонной панели толщиной 35 см показали, что, в случае выхода из работы вертикальной рабочей арматуры, её несущей способности по изгибающему моменту оказывается недостаточно, техническое состояние наружных стеновых панелей оценивается как предаварийное согласно ГОСТ 31937-2011, а повреждённые конструкции на обследуемых участках требуют усиления. Поэтому жилыцы первой секции панельного здания по ул. Ворошилова, д. 55 в конце 2011 г. были отселены.

Для обеспечения надёжной и независимой работы строящегося дома-вставки и существующих панельных зданий, основываясь на опыте использования ограждающих конструкций [10–16], была разработана конструкция в виде шпунтовой стенки из бурионъекционных свай диаметром 250 мм (рис. 7).

Шпунтовая стена располагается по торцам монолитной фундаментной плиты в один-два ряда (сплошной и прерывистой) в непосредственной близости от бурионабивных свай дома-вставки и воспринимает все сдвиговые усилия, исходящие от фундаментной плиты дома-вставки.

Выполненные работы по указанной выше схеме способствовали предотвращению дальнейшего нарастания осадок оснований панельного дома и обеспечили независимую работу соседних объектов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Яковлева М.В., Фролов Е.А. Экспертиза – как инструмент снижения риска аварийных ситуаций // Строительный вестник Российской академии: Труды секции «Строительство» Российской инженерной академии. М., 2009. С. 239. Вып. 10.
2. Яковлева М.В., Фролов Е.А., Исаев В.И., Фролов А.Е. Вопросы технической безопасности при эксплуатации школьных зданий // Градостроительство и архитектура. 2013. №1. С. 114–120. DOI: 10.17673/Vestnik.2013.01.16
3. Казанков А.П., Васильчикова З.Ф., Кузнецова Т.В. Устройство бурионъекционных свай из составов на основе полиуретановых смол // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре / СГАСУ. Самара, 2011. С. 114–120.
4. Казанков А.П., Васильчикова З.Ф., Аликрицких Е.Г. Рациональные способы устройства крепления откосов котлованов при строительстве заглубленных подземных сооружений // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре / СГАСУ. Самара, 2015. С. 327–330.
5. Казанков А.П., Васильчикова З.Ф., Полякова А.В. Рациональные методы повышения пространственной жёсткости конструкций нулевого цикла // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре / СГАСУ. Самара, 2016. С. 225–228.
6. Казанков А.П., Васильчикова З.Ф., Аликрицких Е.Г. Проектирование ограждающих конструкций глубоких котлованов // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре / СГАСУ. Самара, 2016. С. 229–231.
7. Казанков А.П., Васильчикова З.Ф. Влияние инженерно-геологических условий Волжского склона г. Самары на техническое состояние возведённых сооружений // Труды Самарского филиала секции «Строительство» РИА «Современные технологии строительства и систем транспортирования газа». Самара, 1998. Вып. 5. С. 36–39.
8. Обследование конструкций жилых домов, расположенных по адресу: Самарская область, г. Тольятти, ул. Ворошилова, 55 и ул. 40 лет Победы, 104 // Технический отчет. ООО ПКФ «Простор». Самара, 2010.
9. Выполнение работ по предотвращению чрезвычайной ситуации и разрушения дома по ул. Ворошилова, 55 в г. Тольятти Самарской области // Технический отчет по инженерно-геологическим изысканиям. ООО ПКФ «Простор». Самара, 2011.
10. Казанков А.П., Сафонова О.М., Башиянц С.Г. Особенности проектирования оснований и фундаментов зданий и сооружений на левобережном склоне Волги // Георекострукция. 2002. №5. С.33.
11. Казанков А.П., Васильчикова З.Ф., Шевяков О.А. Анализ современных технологий по устройству микросвай при проектировании и реконструкции сооружений // Актуальные проблемы в строительстве и архитектуре. Образование наука, практика: материалы 66-й Всероссийской научно-технической конференции. Ч. 2 / СГАСУ. Самара, 2009. С.210.
12. Игнатъев П.В. Свайные фундаменты в условиях городской застройки // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре / СГАСУ. Самара, 2012. С. 423–424.
13. Внедрение свай РИТ в качестве конструкций нулевого цикла для многоэтажных жилых зданий // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре: материалы 70-й юбилейной Всероссийской научно-технической конференции. Ч. 2 / СГАСУ. Самара, 2013. С. 369.
14. Кузнецова Т.В. Причина деформаций зданий и сооружений в сложных грунтовых условиях // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре: материалы 70-й юбилейной Всероссийской научно-технической конференции. Ч. 2 / СГАСУ. Самара, 2013. С. 376–377.
15. Заяц О.В., Мальцев А.В. Особенности совместного расчета системы «основание-сооружение» в современных программных комплексах // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре: материалы 71-й Всероссийской научно-технической конференции / СГАСУ. Самара, 2014. С. 899–903.
16. Заяц О.В., Мальцев А.В. Исследование напряженно-деформированного состояния системы «основание-сооружение» на основе численного моделирования // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре: материалы 71-й Всероссийской научно-технической конференции / СГАСУ. Самара, 2014. С. 903–906.

Об авторах:

КАЗАНКОВ Александр Петрович

кандидат технических наук, доцент кафедры инженерной геологии оснований и фундаментов Самарский государственный технический университет
Архитектурно-строительный институт
443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194,
тел. (846)339-14-69
E-mail: proctor-c@rambler.ru

ВАСИЛЬЧИКОВА Зинаида Федоровна

доцент кафедры инженерной геологии оснований и фундаментов Самарский государственный технический университет
Архитектурно-строительный институт
443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194,
тел. (846)339-14-69
E-mail: zina.vasilchikova@yandex.ru

ИГНАТЬЕВ Павел Валерьевич

главный инженер проектов ООО ПКФ «Простор»
443010, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 146А,
тел. (846)270-43-61
E-mail: p.ignatev@mail.ru

KAZANKOV Alexander P.

PhD in Engineering Science, Associate Professor of the Geotechnical Engineering and Foundations Chair
Samara State Technical University
Institute of Architecture and Civil Engineering
443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 194,
tel. (846)339-14-69
E-mail: zina.vasilchikova@yandex.ru

VASILCHIKOVA Zinaida F.

Associate Professor of the Geotechnical Engineering and Foundations Chair
Samara State Technical University
Institute of Architecture and Civil Engineering
443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 194,
tel. (846)339-14-69
E-mail: zina.vasilchikova@yandex.ru

IGNATYEV Pavel V.

Chief Production Engineer
Industrial and Financial Company «Prostor»
443010, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 146A,
tel. (846)270-43-61
E-mail: p.ignatev@mail.ru

Для цитирования: Казанков А.П., Васильчикова З.Ф., Игнатъев П.В. Оценка влияния строящегося многоэтажного дома на близрасположенные существующие панельные здания // Градостроительство и архитектура. 2017. Т. 7, № 1. С. 17-25. DOI: 1017673/Vestnik.2017.01.3.

For citation: Kazankov A.P., Vasilchikova Z.F., Ignatyev P.V. Evaluation of influence of multistory building under construction on existing bearing-wall buildings // Urban Construction and Architecture. 2017. V. 7, № 1. Pp. 17-25. DOI: 1017673/Vestnik.2017.01.3.

**ПРИГЛАШАЕМ СТРОИТЕЛЬНЫЕ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ КОМПАНИИ!
(РЕКЛАМОДАТЕЛИ)**

Предлагаем разместить информационные и рекламные материалы на страницах нашего издания. Информация о Вашей компании обязательно найдет своих потребителей среди нашей целевой аудитории. По всем вопросам размещения рекламных материалов обращаться в издательский отдел, тел. (846) 242-36-98

УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

ПРИ ПОДАЧЕ СТАТЕЙ ДЛЯ ПУБЛИКАЦИИ ПРОСЬБА СОБЛЮДАТЬ ВСЕ ТРЕБОВАНИЯ, ПРИВЕДЕННЫЕ НА САЙТЕ ЖУРНАЛА «ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА» (journal.samgasu.ru) В РАЗДЕЛЕ «АВТОРАМ»

УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

ПОДПИСАТЬСЯ НА НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ «ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА» МОЖНО ПО КАТАЛОГУ АГЕНТСТВА «РОСПЕЧАТЬ» (ПОДПИСНОЙ ИНДЕКС 70570)

С ПОЛНЫМИ ТЕКСТАМИ СТАТЕЙ,
ОПУБЛИКОВАННЫХ В ЖУРНАЛЕ «ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА»,
МОЖНО ОЗНАКОМИТЬСЯ НА ОФИЦИАЛЬНОМ САЙТЕ journal.samgasu.ru