

DOI 10.15593/2409-5125/2015.04.02

УДК 624.159

Е.А. Исакова, Т.М. Бочкарева

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРА РАБОТЫ ОСНОВАНИЯ, УСИЛЕННОГО ИСКУССТВЕННЫМИ ГОРИЗОНТАЛЬНЫМИ ПЛОСКОСТНЫМИ РАВНОВЕЛИКИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ ПО МЕТОДУ СМОЛИЗАЦИИ

Проблемы слабых грунтовых оснований актуальны как для Российской Федерации, так и для зарубежных стран. В Европе возрождается такой метод улучшения деформационных свойств оснований, как смолизация. Он позволяет снизить осадки и просадки, создать противифльтрационную завесу, осуществить подъем зданий, ликвидировать отказ оснований. Традиционный метод использования смол ограниченно применим в России в силу высокой стоимости, поэтому необходимо его совершенствование в качестве эффективного для усиления слабых оснований и уменьшения осадки зданий.

Предложены новые конструктивные решения усиления основания по методу смолизации с целью снижения деформаций слабых грунтов. Минимизация значений осадки достигается авторами путем создания искусственных плоскостных равновеликих элементов под подошвой фундамента, а также их жесткого соединения стальными трубами или теряемыми полами штангами.

По окончании испытаний получены значения осадок основания, усиленного конкретным новым конструктивным решением, при соответствующей нагрузке на штамп; сделан вывод об эффективности использования данных конструктивных решений. Схемы усиления позволяют снизить значения осадки основания до 5,5 раза в сравнении со значением осадки неусиленного основания.

Ключевые слова: штамповые модельные испытания, снижение осадок, искусственно улучшенное основание, эпоксидная смола.

В настоящее время в области проектирования и реконструкции оснований и фундаментов можно выделить два основных проблемных вопроса. Во-первых, это строительство новых зданий и сооружений на основаниях, имеющих недостаточное расчетное сопротивление грунта. В таких случаях осадка по расчету превышает установленную нормативными документами, а увеличение

площади подошвы фундамента не приводит к уменьшению ее значения. Во-вторых, это необходимость усиления оснований при реконструкции существующих зданий с увеличением нагрузки на несущие конструкции, а также необходимость стабилизации осадок грунтов [1].

Одним из решений отмеченных проблем может быть применение метода смолизации грунтового массива под фундаментом [2–8]. Смолизация позволяет увеличить сцепление между частицами скелета грунта, уменьшить его пористость и тем самым уменьшить сжимаемость грунта, повысить его прочностные характеристики, снизить осадку и просадку. Также реализация метода смолизации может обеспечить создание противofильтрационной завесы, подъема зданий, ликвидацию отказа оснований [9, 10].

Традиционный метод использования смол ограниченно применим для российского рынка в силу своей большой стоимости [1]. Именно поэтому необходимо его совершенствование, рационализация с целью снижения затрат при применении в качестве эффективного метода усиления слабых оснований и уменьшений осадки зданий [11].

Для реализации цели снижения осадок песчаного основания авторами статьи были поставлены следующие задачи:

- проведение серии экспериментов с неусиленным основанием и анализ количественного значения осадки;
- разработка новых конструктивных решений системы (моделей), предназначенных для закрепления массива грунта;
- реализация экспериментов с новыми конструктивными решениями, предлагаемыми авторами;
- анализ результатов с новыми вариантами конструктивных систем, их сравнение с неусиленным основанием и основанием, улучшенным плоскостным геомассивом [11], разработанным авторами ранее.

Авторами предложены три новые конструктивные схемы усиления основания:

- 1) усиление основания одним искусственным плоскостным горизонтальным элементом;
- 2) усиление основания двумя искусственными плоскостными горизонтальными равновеликими элементами;

3) усиление основания двумя искусственными плоскостными элементами, жестко соединенными между собой стальными трубами или тераемыми полыми штангами.

Ранее в своих исследованиях авторами проводились серии штамповых модельных испытаний. Одна серия пробных испытаний была проведена без усиливающего элемента под штампом. Вторая серия была реализована с плоскостным геомассивом состава смола–песок [11]. По результатам экспериментов был сделан вывод, что осадка при усилении основания под штампом искусственным геомассивом примерно в два раза меньше осадки неусиленного грунта.

Далее авторами были проведены эксперименты по трем новым конструктивным схемам, указанным выше. При проведении испытаний принимаются следующие приближения:

1. Для моделирования используется масштаб 1:30.
2. В качестве грунта используется песок (табл. 1) – однородная среда, с конкретными характеристиками [12].

Таблица 1

Физико-механические характеристики песка

№ п/п	Характеристика грунта	Обозначение, ед. изм.	Значение
1	Плотность грунта	ρ , г/см ³	1,63
2	Плотность частиц грунта	ρ_s , г/см ³	2,65
3	Удельный вес грунта	γ , кН/м ³	15,974
4	Удельный вес частиц грунта	γ_s , кН/м ³	25,97
5	Коэффициент пористости	e , кПа	0,63
6	Пористость	n	0,385
7	Удельное сцепление	c , кПа	2,4
8	Угол внутреннего трения	φ , град	32,8
9	Модуль общей деформации	E_0 , МПа	32,67

3. Нагружение штампа ступенями моделирует рост нагрузки при поэтапном возведении здания или в течение срока его эксплуатации.

В пространство стенда для модельных штамповых испытаний выполняется отсыпка песчаного грунта слоями по 2 см с послойным уплотнением ручной трамбовкой. Нагружение для песчаного основания увеличивается ступенью давления $\Delta p = 0,025$ МПа до нагрузки в 350 кПа в соответствии с ГОСТ 20276–99. Время вы-

держки каждой последующей ступени нагружения принято не менее времени выдержки предыдущей ступени. Это соответствует условной стабилизации деформаций грунта. За критерий условной стабилизации деформаций принимается скорость осадки штампа, не превышающая 0,1 мм за время $t = 1$ ч.

Первая серия штамповых модельных испытаний с новыми конструктивными решениями была проведена с основанием, усиленным одним искусственным плоскостным горизонтальным элементом. Модель данного элемента представляет собой в масштабе эксперимента тонкую пластину из эпоксидной смолы, уложенную горизонтально под подошву фундамента (рис. 1). При приготовлении модели используется эпоксидная смола (Э) марки D.E.R. и отвердитель ПЭПА (полиэтиленполиамин) (О). Соотношение по массе О:Э составляет 1:10. В плане элемент усиления имеет форму квадрата размерами $3b \times 150 \text{ мм} = 150 \times 150 \text{ мм}$ [11]. Толщина принята 25–50 мм в соответствии с положениями о наименьшем диаметре инъекторов согласно пособию к СНиП 3.02.01–84, а также справочнику [13]. Предполагается, что минимальная толщина пластины $\delta_{\text{пл.см}}$ может быть немного больше диаметра инъектора, таким образом, $\delta_{\text{пл.см}} = 50 \text{ мм}$.

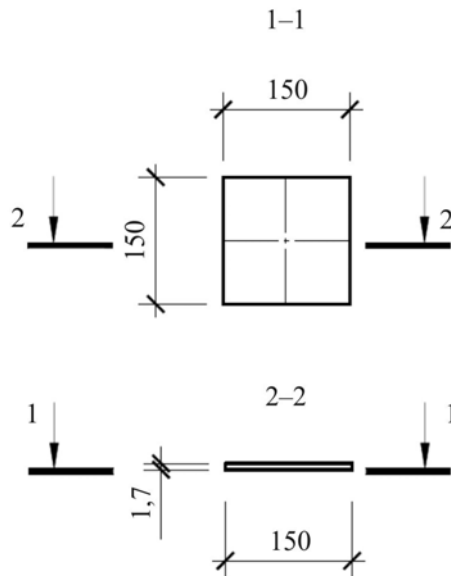


Рис. 1. Конструкция плоскостного элемента (пластины) из эпоксидной смолы

Толщина элемента усиления в масштабе эксперимента

$$\delta_9 = \frac{\delta_{\text{пл.см}}}{M_9} = \frac{50}{30} = 1,7 \text{ мм}, \quad (1)$$

где M_9 – коэффициент масштабирования для масштаба 1:30.

Искусственная пластина укладывается в грунт на глубину h_9 [140]:

$$h_9 = 0,3 \cdot b = 0,3 \cdot 50 = 15 \text{ мм}, \quad (2)$$

где b – ширина жесткого металлического штампа, равная 50 мм [12].

Схема данного эксперимента приведена на рис. 2.

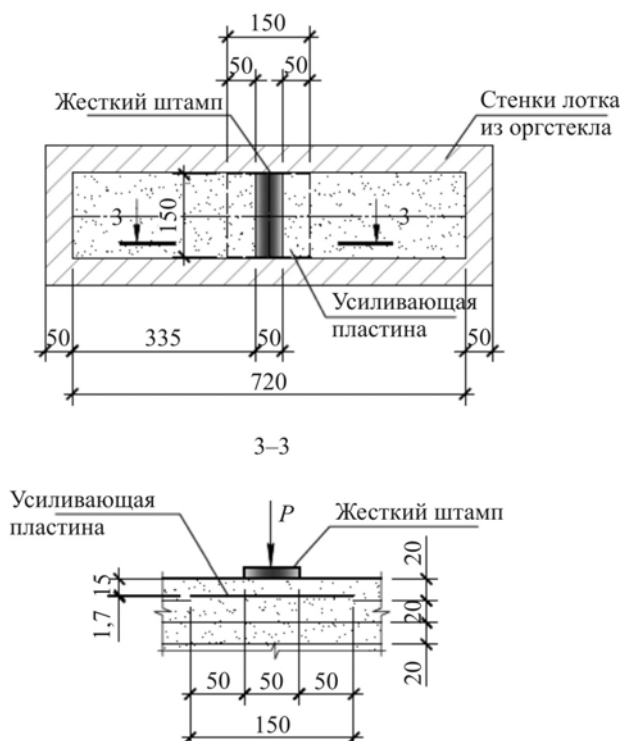


Рис. 2. Схема эксперимента испытания с одним искусственным плоскостным элементом (пластиной)

По окончании серии испытаний получены значения осадок при соответствующей нагрузке на штамп и их графическая зависимость. (Результаты экспериментов и сравнение их со средними

значениями осадки $S_{\text{ср}}$, мм, а также со значениями осадки основания, усиленного геомассивом [11] приведены в табл. 2 и на рис. 8.)

Далее проводилось испытание с двумя равновеликими пластинами под подошвой фундамента. Размеры пластин аналогичны размерам пластин первой серии испытаний. Схема данного эксперимента приведена на рис. 3.



Рис. 3. Схема эксперимента испытания с двумя искусственными плоскостными равновеликими элементами (пластинами)

Первая пластина находилась на расстоянии 15 мм от подошвы фундамента в соответствии с формулой (3). Вторая пластина укладывалась в грунт на глубину h_0 [14]:

$$h_0 = 0,5 \cdot b = 0,5 \cdot 50 = 25 \text{ мм.} \quad (3)$$

По окончании серии испытаний получены значения осадок при соответствующей нагрузке на штамп и их графическая зависимость. (Результаты приведены в табл. 2 и на рис. 8.)

После двух серий испытаний проводилось испытание с двумя равновеликими пластинами и четырьмя стальными трубами. Суть данной модели заключается в создании жесткой пространственной геометрически неизменяемой системы за счет надежного сцепления труб с горизонтальными элементами из эпоксидной смолы. Пластины размерами в плане 150×150 мм имеют отверстия для труб, которые являются системой армирования. Конструкция представлена на рис. 4.

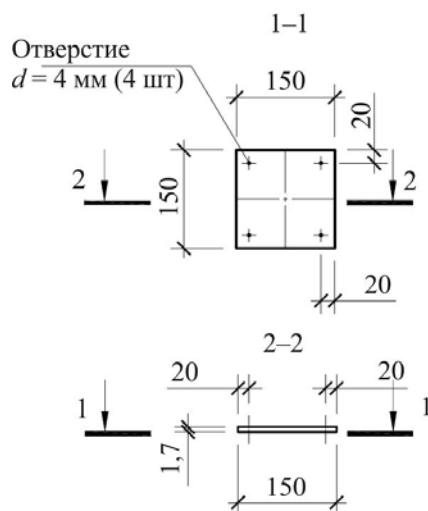


Рис. 4. Конструкция плоскостного элемента (пластины) из эпоксидной смолы с отверстиями для металлических труб

Система армирования представляет собой теряемые в теле смолизированных элементов металлические трубы [13] диаметром 90 мм и длиной 10,5 м, что в масштабе эксперимента представляет собой винт диаметром 3 мм, длиной 35 мм. В качестве модели системы армирования использованы винты марки МЗ-6g×35 (ГОСТ 1491–80), и гайки марки МЗ-6Н (ГОСТ 5915–70).

Гайка моделирует прочное сцепление пластины из смолы с металлической трубой при отверждении. Отверстие принято 4 мм с целью возможности крепления пластин винтами между собой. Трубы располагаются на расстоянии 110 мм друг от друга, что при переносе в натуральную величину составляет 3,3 м. Система армирования представлена на рис. 5, 6. Схема эксперимента на рис. 7.

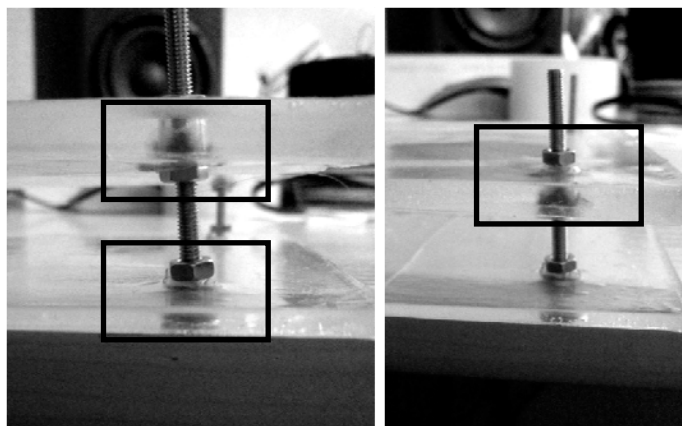


Рис. 5. Винты и гайки, моделирующие систему армирования равновеликих пластин из эпоксидной смолы стальными трубами

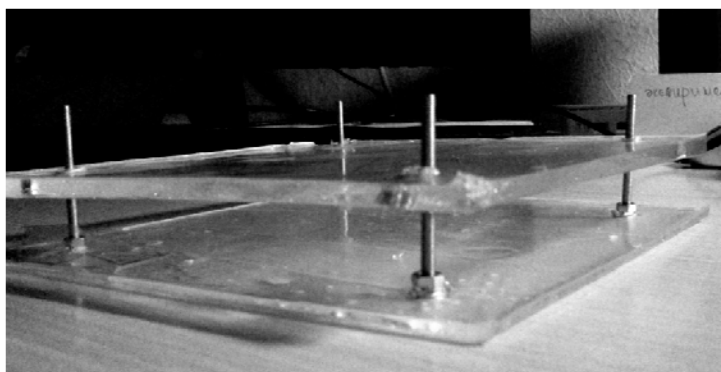


Рис. 6. Модель плоскостных горизонтальных равновеликих элементов из смолы, жестко соединенных металлическими трубами

По результатам вышеуказанных экспериментов значения осадок сведены в табл. 2, а также составлены графики зависимости (рис. 8). Условные обозначения, отображенные на графиках, расшифрованы в табл. 2.

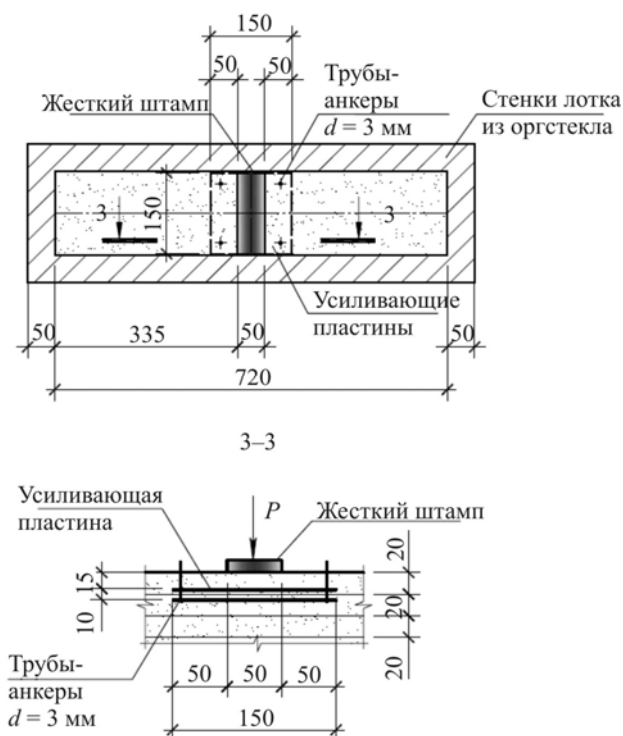


Рис. 7. Схема эксперимента испытания с двумя искусственными плоскостными равновеликими элементами (пластинами), жестко соединенными металлическими трубами

Таблица 2

Результаты штамповых модельных испытаний

Нагрузка на штамп, кПа	Среднее значение осадки неусиленного песчаного основания S_{cp} , мм	Осадка основания, усиленного искусственным геомассивом из эпоксидной смолы $S_{г.см}$, мм	Осадка основания, усиленного плоскостным горизонтальным элементом из эпоксидной смолы $S_{пл1.см}$, мм	Осадка основания, усиленная двумя равновеликими элементами из эпоксидной смолы $S_{пл2.см}$, мм	Осадка основания, усиленного двумя равновеликими пластинами, жестко соединенными трубами, $S_{пл2+4.см}$, мм
2	3	4	5	6	7
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
25	-0,56	-0,21	-0,27	-0,17	-0,39
50	-1,23	-0,60	-0,58	-0,42	-0,39
75	-1,92	-1,02	-0,89	-0,62	-0,59

Окончание табл. 2

Нагрузка на штамп, кПа	Среднее значение осадки усиленного песчаного основания S_{cp} , мм	Осадка основания, усиленного искусст- венным геомассивом из эпоксидной смо- лы $S_{г.см}$, мм	Осадка основания, усиленного плоско- стным горизонталь- ным элементом из эпоксидной смолы $S_{пл1.см}$, мм	Осадка основания, усиленная двумя равновеликими эле- ментами из эпоксид- ной смолы $S_{пл2.см}$, мм	Осадка основания, усиленного двумя равновеликими пла- стинами, жестко со- единенными труба- ми, $S_{пл2+4.см}$, мм
100	-2,58	-1,19	-1,11	-0,62	-1,05
125	-3,30	-1,31	-1,30	-0,74	-1,29
150	-3,81	-1,42	-1,42	-0,87	-1,29
175	-4,16	-1,55	-1,49	-1,03	-1,29
200	-4,61	-1,71	-1,55	-1,06	-1,29
225	-5,17	-1,88	-1,58	-1,07	-1,29
250	-5,57	-2,00	-1,60	-1,08	-1,29
275	-5,85*	-2,12	-1,64	-1,08	-1,29
300	-5,94	-2,23	-1,68	-1,08	-1,29
325	–	-2,36	-1,69	-1,09	-1,30
350	–	-2,46	-1,71	-1,08	-1,30

* Аппроксимированное значение осадки.

По результатам анализа экспериментальных зависимостей, представленных на рис. 8, можно отметить следующие основные положения:

1. Значения осадок искусственно улучшенного основания одним и двумя равновеликими плоскостными элементами по типу пластин, а также элементами, жестко соединенными металлическими трубами, меньше значений осадок основания, усиленного плоскостным геомассивом. При этом важно отметить, что геомассив предполагает перерасход материала на создание искусственно улучшенного основания. Следовательно, усиление плоскостным искусственным геомассивом, предложенное авторами ранее [11], в сравнении с решениями, предложенными в статье, не эффективно.

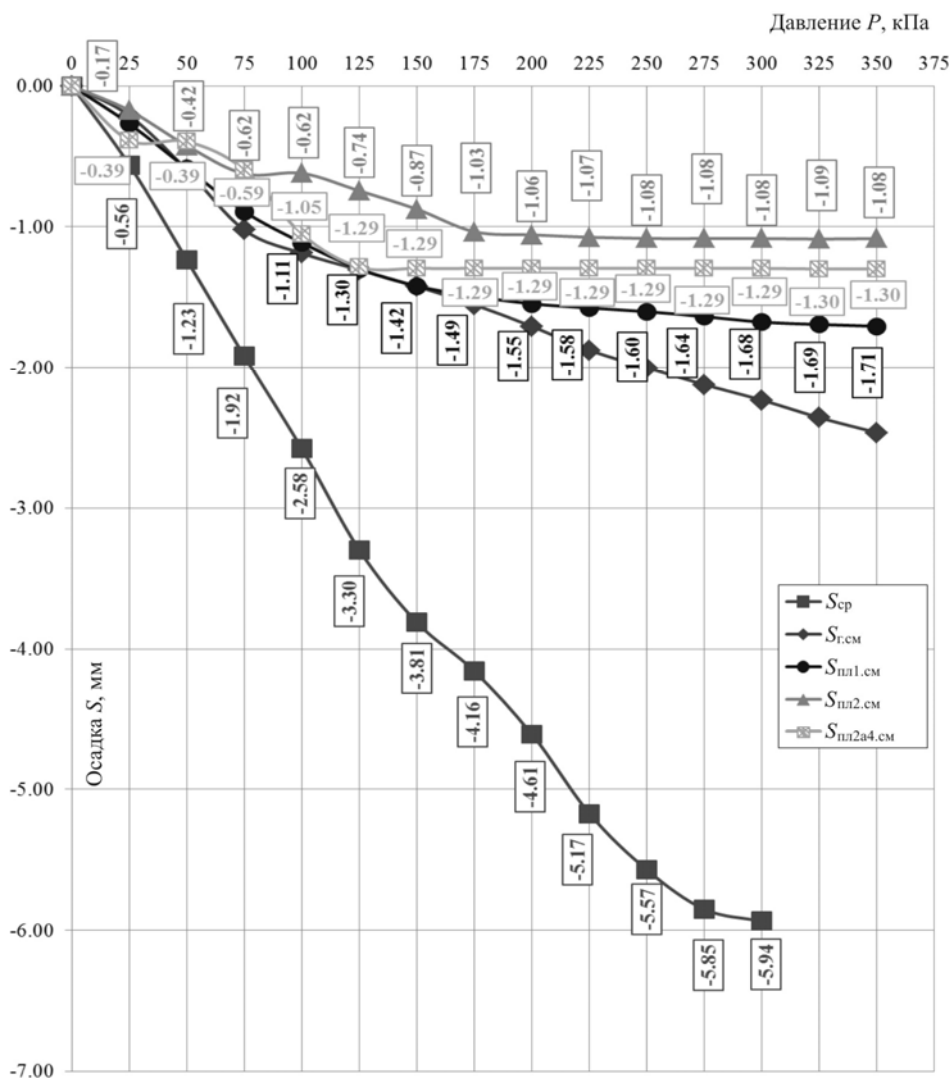


Рис. 8. Зависимость осадки основания от давления по результатам штамповых испытаний

2. Предлагаемые системы усиления основания позволяют снизить осадки в 3,5–5,5 раза по сравнению с осадками неусиленного основания:

- при усилении одним плоскостным горизонтальным элементом при нагрузке в 300 кПа осадки достигают 1,68 мм, что в 3,5 раза меньше значений осадок неусиленного (5,94 мм);

- при усилении основания двумя равновеликими пластинами при нагрузке в 300 кПа достигают 1,08 мм, что в 5,5 раза меньше значений осадок неусиленного;

- при усилении системой, состоящей из равновеликих пластин и труб, при нагрузке в 300 кПа достигают 1,29 мм, что в 4,6 раза меньше значений осадок неусиленного.

3. При использовании двух равновеликих пластин в качестве элемента усиления происходит стабилизация осадок, которая проявляется в идентичном значении осадки на разных ступенях нагружения (250–350 кПа). Также качественно стабилизируется система, состоящая из двух равновеликих пластин, объединенных в единую конструкцию четырьмя стальными трубами. На интервале нагружения 125–350 кПа осадка не увеличивается, что демонстрирует наиболее эффективную стабилизацию осадок в сравнении с остальными конструктивными решениями.

Ранняя стабилизация системы свидетельствует о полном уплотнении грунта и относительном окончании роста осадок основания. Данная стабилизация, с одной стороны, свидетельствует об экономической нецелесообразности системы с горизонтальными элементами, жестко соединенными трубами. Это проявляется в том, что осадка основания, усиленного двумя пластинами и одной пластиной, является предельно допустимой, следовательно, наблюдается необоснованный перерасход материала при применении системы с трубами. С другой стороны, имеет место положительный эффект: стабилизация гарантирует надежность усиления основания, позволяет выявить малое влияние фактора времени и фактора давления на основания после определенного нагружения.

4. Значение осадки, полученное при использовании двух пластин, жестко соединенных металлическими трубами, при нагрузке от 100 кПа, более, чем значение осадки, которое получается при использовании двух пластин, не армированных между собой. Это объясняется тем, что на данных ступенях нагружения начинаются деформации неуплотненного грунта над пластинами, связанными анкерами. Данное явление происходит потому, что при подготовке эксперимента уплотнение грунта зоны армиро-

вания до надлежащего коэффициента, в связи со стесненностью условий, трудно выполнимо ручной трамбовкой.

Таким образом, предложенные авторами конструктивные решения позволили максимально снизить осадки до 5,5 раза.

В качестве эффективного конструктивного решения невозможно выделить конкретную систему. Тот или иной способ можно использовать в соответствии с областью применения и требуемым эффектом усиления. Так, например, при необходимости реализовать качественно и быстро стабилизирующееся основание можно применять равновеликие плоскостные элементы, жестко соединенные стальными трубами. Для максимального снижения осадок, при надлежащем обосновании, применяется система, состоящая из двух равновеликих пластин без жесткого соединения трубами. При экономии материала и отсутствии жестких требований к осадкам в системе усиления используется один плоскостной горизонтальный элемент.

По результатам исследований можно отметить, что для получения малых значений осадок и в целях экономии материала необходима разработка решений по усилению основания двумя равновеликими пластинами, с уменьшением площади горизонтальных плоскостных элементов из эпоксидной смолы.

Библиографический список

1. Бочкарева Т.М., Исакова Е.А. Классификация эффективных конструкций и технологий «нулевого» цикла, применяемых в условиях нового строительства, строительства на слабых грунтах и реконструкции зданий и сооружений // Материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 55-летию кафедры строительного производства и геотехники ПНИПУ и 60-летию кафедры гидротехнических и земляных сооружений ВолгГАСУ (Волгоград, 10–13 февр. 2015 г.) / Волгогр. гос. архит.-стр. ун-т; Перм. нац. исслед. политехн. ун-т. – Волгоград, 2015. – С. 186–190.
2. Karol R.H. Chemical grouting and soil stabilization. – New York–Basel: Marcel Dekker Inc., 2005. – 505 p.
3. Littlejohn S. The development of practice in permeation and compensation grouting: a historical review (1802–2002). Part 1. Permeation grouting // Proceedings of the Third International Conference on Grouting and Grout Treatment, ASCE. – 2003. – GSP № 120. – Vol. 1. – P. 50–99.
4. Glossop R. The invention and development of injection processes. Part 1 // Geotechnique. – 1960. – Vol. 10. – P. 91–101.
5. Glossop R. The invention and development of injection processes. Part 2 // Geotechnique. – 1961. – Vol. 11. – P. 255–279.

6. Самарин Е.Н. Современные инъекционные материалы и их использование для улучшения свойств грунтов // Геотехника. – 2012. – № 4. – С. 4–12.
7. Chemical grouting key to saving subway station // Civil Engineering. – 1998. – Vol. 68, № 11. – С. 69–70.
8. Бадьора Н.П., Коц И.В. Сравнительный анализ методов восстановления и усиления грунтовых массивов несущих основ сооружений // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2013. – № 4 (203). – С. 61–64.
9. Зуев С.С., Маковецкий О.А. Закрепление неустойчивых грунтов методом смолизации главного и вспомогательного стволов при строительстве угольной шахты в Ростовской области // Маркшейдерия и недропользование. – 2014. – № 5 (73). – С. 67–70.
10. Опыт применения инъекционного раствора на основе эпоксидной смолы для уплотнения скальных осадочных пород в районе створа Рогунской ГЭС / С.Д. Воронкевич, Л.А. Евдокимова, С.Н. Емельянов, Н.А. Ларионова, В.И. Сергеев // Гидротехническое строительство. – 1981. – № 10. – С. 6–10.
11. Исакова Е.А. Исследование работы усиленного основания путем создания плоскостного геомассива по методу смолизации // Геология в развивающемся мире: сб. науч. тр.: в 2 т./отв. ред. П.А. Белкин; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Пермь, 2015. – Т. 2. – 432 с.
12. Пономарев А.Б., Калошина С.В., Сычкина Е.Н. Инженерная геология и механика грунтов: метод. указания к лаб. работам. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2009. – 36 с.
13. Справочник по общестроительным работам. Основания и фундаменты / М.И. Смородинов, Б.С. Федоров, Б.А. Ржаницын [и др.]; Науч.-исслед. ин-т оснований и подземных сооружений. – М.: Стройиздат, 1974. – 372 с.
14. Клевеко В.И. Оценка напряженно-деформированного состояния армированных оснований в пылевато-глинистых грунтах: дис. ... канд. техн. наук / Перм. гос. техн. ун-т. – Пермь, 2002. – 152 с.
15. Планирование эксперимента по исследованию напряженно-деформированного состояния песчаного грунтового основания с помощью штамповых испытаний / Д.А. Татьянников, К.П. Давлятшин, Я.А. Федоровых, А.Б. Пономарев // Вестник Пермского государственного технического университета. Строительство и архитектура. – 2011. – С. 105–109.

References

1. Bochkareva T.M., Isakova E.A. Klassifikatsiya effektivnykh konstruktсий i tekhnologij «nulevogo» tsikla, primenyaemykh v usloviyakh novogo stroitelstva, stroitelstva na slabykh gruntakh i rekonstruktsii zdaniy i sooruzhenij. *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posvyashhennaya 55-letiyu kafedry stroitel'nogo proizvodstva i geotekhniki PNIPU i 60-letiyu kafedry gidrotekhnicheskikh i zemlyanykh sooruzhenij VolgASU* (Volgograd, 10–13 fevralya 2015 g.). Volgograd, 2015, pp. 186–190.
2. Karol R.H. Chemical grouting and soil stabilization. New York–Basel: Marcel Dekker Inc., 2005. 505 p.

3. Littlejohn S. The development of practice in permeation and compensation grouting: a historical review (1802-2002). Part 1. Permeation grouting. *Proceedings of the Third International Conference on Grouting and Grout Treatment, ASCE*, 2003, GSP no. 120, vol. 1, pp. 50–99.
4. Glossop R. The invention and development of injection processes. Part 1. *Geotechnique*, 1960, vol. 10, pp. 91–101.
5. Glossop R. The invention and development of injection processes. Part 2. *Geotechnique*, 1961, vol. 11, pp. 255–279.
6. Samarin E.N. Sovremennyye inektsionnyye materialy i ikh ispolzovanie dlya uluchsheniya svoystv gruntov. *Geotekhnika*, 2012, no. 4, pp. 4–12.
7. Chemical grouting key to saving subway station. *Civil Engineering*, 1998, vol. 68, no. 11, pp. 69–70.
8. Bad'ora N.P., Kots I.V. Sravnitel'nyy analiz metodov vosstanovleniya i usileniya gruntovykh massivov nesushchikh osnov sooruzhenij. *Visnik Khmel'nitskogo natsional'nogo universitetu. Tekhnichni nauki*, 2013, no. 4 (203), pp. 61–64.
9. Zuev S.S., Makovetskij O.A. Zakreplenie neustojchivykh gruntov metodom smolizatsii glavnogo i vspomogatel'nogo stvolov pri stroitel'stve ugolnoj shakhty v Rostovskoj oblasti. *Markshejderiya i nedropolzovanie*, 2014, no. 5 (73), pp. 67–70.
10. Voronkevich S.D., Evdokimova L.A., Emelyanov S.N., Larionova N.A., Sergeev V.I. Opyt primeneniya inektsionnogo rastvora na osnove epoksidnoj smoly dlya uplotneniya skalnykh osadochnykh porod v rajone stvora Rogunskoj GJeS. *Gidrotekhnicheskoe stroitel'stvo*, 1981, no. 10, pp. 6–10.
11. Isakova E.A. Issledovanie raboty usilennogo osnovaniya putem sozdaniya ploskostnogo geomassiva po методу smolizatsii. *Geologiya v razvivajushchemsya mire*. Perm'skij gosudarstvennyj natsionalnyj issledovatel'skij universitet. Perm, 2015, vol. 2, 432 p.
12. Ponomarev A.B., Kaloshina S.V., Sychkina E.N. Inzhenernaya geologiya i mekhanika gruntov. Perm'skij gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet, 2009. 36 p.
13. Smorodinov M.I., Fedorov B.S., Rzhаницын B.A. [et al.] Spravochnik po obshchestroitel'nyim rabotam. Osnovaniya i fundamenty. Moscow: Strojizdat, 1974. 372 p.
14. Kleveko V.I. Otsenka napryazhenno-deformirovannogo sostoyaniya armirovannykh osnovanij v pilevato-glinistykh gruntakh. Perm, 2002. 152 p.
15. Tatyannikov D.A., Davlyatshin K.P., Fedorovykh Ya.A., Ponomarev A.B. Planirovaniye eksperimenta po issledovaniyu napryazhenno-deformirovannogo sostoyaniya peschanogo gruntovogo osnovaniya s pomoshchyu shtampovykh ispytaniy. *Vestnik Perm'skogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Stroitel'stvo i arkhitektura*, 2011, pp. 105–109.

Получено 1.11.2015

E. Isakova, T. Bochkareva

**RESEARCH OF THE FOUNDATION SETTLEMENT
WHICH WAS CONSOLIDATED BY MANUFACTURED
PLANE FLAT EQUAL EPOXY ELEMENT**

Problems of the weak soil base are actual for the Perm Territory and for other regions of the Russian Federation and foreign countries. In Europe methods of improving deformation properties of the bases with resin grows rapidly. This method reduces yielding of base, create ground water cutoff or create hoisting building. A traditional method of improving deformation properties of the bases with resin use limitedly in Russia because it is high priced. That's why the world need that this method was improved for reduces yielding of base, create ground water cutoff or create hoisting building.

In this article we can see new structural of reduction settlement scheme. This is manufactured plane element what contains a epoxy, two analogous elements and . two analogous elements which rigidly connected tubes.

Were carry-out three plate-bearing model tests with manufactured plane flat equal epoxy elements. After the end of test authors had value yielding of base and dependency diagrams "yealding of base-soil pressure".

This is new structural of reduction settlement scheme was effective. Value yielding of base decreased fivefold.

Keywords: Plate-bearing model tests, reduction of the foundation settlement, consolidated base, epoxy.

Исакова Елена Александровна (Пермь, Россия) – магистрант кафедры «Строительное производство и геотехника», Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: can_88@list.ru).

Бочкарева Татьяна Михайловна (Пермь, Россия) – канд. техн. наук, доцент кафедры «Строительное производство и геотехника», Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: tsp-btm@mail.ru).

Isakova Elena (Perm, Russian Federation) – Undergraduate student, Department of Construction Technology and Geotechnics, Perm National Research Polytechnic University (614990, Perm, Komsomolsky av., 29, e-mail: can_88@list.ru).

Bochkareva Tatyana (Perm, Russian Federation) – Ph. D. in Technical Sciences, Associate Professor, Department of Construction Technology and Geotechnics, Perm National Research Polytechnic University (614990, Perm, Komsomolsky av., 29, e-mail: tsp-btm@mail.ru).