

# ФОРМИРОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ БИОСФЕРОСОВМЕСТИМОЙ АРХИТЕКТУРНО-ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ

---

---

УДК 624.01.001.362

## УКРЕПЛЕНИЕ ОСНОВАНИЙ КОРНЕВЫМИ ГРУНТОБЕТОННЫМИ КОМПОЗИЦИЯМИ

*О. С. Гусев, А. О. Лобанова, Ю. Г. Кожевникова*  
*Астраханский государственный*  
*архитектурно-строительный университет (Россия)*

В практических расчетах глубина пластической зоны разрушения у края фундамента обычно не учитывается (СП 22.13330[6]), т. е. сжимаемым грунтам назначается бесконечная прочность. Данные предположения не принимают во внимание значительный разброс прочностных характеристик грунтов, конструкцию фундаментов, значения передаваемой нагрузки. Объектом изучения является разработка способа закрепления структурно-неустойчивых грунтов оснований по краевым зонам фундаментов зданий и сооружений с помощью создания грунтобетонных композиций в местах возможного развития кренов. Изучение возможности относительной стабилизации оснований выполнялись на двух типах грунта, характерных для территории Астраханской области. Исследования подтвердили, что включение тонкоизмельченных опок увеличивает прочностные характеристики, а, природный состав опок может служить элементом восполнения утрат минеральных оснований. Лабораторные испытания проводились с применением теории подобия при соотношении основных параметров 1:10.

**Ключевые слова:** *инъекционное закрепление грунтов, проектирование грунтобетонных композиций, стабилизация оснований зданий и сооружений, опоки Каменноярского месторождения Черноярского района Астраханской области, алюмосиликаты, диэлектрик.*

Usually in practical calculations, the depth of the plastic fracture zone at the edge of the foundation is not taken into consideration, i.e. the infinite strength appoints compressible soils. These suppositions don't take into account a significant spread of strength characteristics of soils, the construction of foundation, value of transmitted load. The object of study is elaboration of way to secure structural-unstable soils on the edge areas of building and structure foundations in areas of possible development banks. The studying of opportunity the relative stabilization of grounds was implemented on two types of soil which are typical for the Astrakhan region. Studies have confirmed that the inclusion of fine flasks increases the density of the material and strength characteristics as well, the natural composition of flasks may serve as a member to fill the losses of mineral bases. Laboratory tests were conducted using the similarity theory at the ratio of the basic parameters of 1:10.

**Keywords:** *injecting grouting, projecting soil-concrete compositions, stabilization of the bases of buildings and structures, flask Kamennyarskogo field Chernoyarsky region Astrakhan region, aluminosilicates, dielectrics.*

Инженерно-геологические условия Астраханской области характеризуются сложным, несогласным напластованием грунтов, усугубляющиеся высоким уровнем грунтовых вод, значительным разбросом физико-механических характеристик грунтов, проявлением засоленности поверхностных слоев грунта и, как следствие, наличием явлений суффозии.

По данным полевых испытаний, а также при проведении лабораторных изыскательских работ определить, с заданной степенью достоверности, фактические характеристики грунтов под «пятном» проектируемого здания практически невозможно.

Устойчивость основания зависит от напряженного состояния и прочностных характеристик грунта  $\varphi$  и  $c$  (угла внутреннего трения и удельного сцепления соответственно). Под воздействием дополнительного увлажнения в грунтах значительно снижается сцепление, изменяется в сторону уменьшения значение угла внутреннего трения, а это напрямую отражается на устойчивости основания [1].

Изменение напряженного состояния грунтов основания ухудшает условия устойчивости фундаментов и части основания.

При наличии под подошвой фундамента грунтов с различными физико-техническими характеристиками, а также условий, провоцирующих суффозионные процессы фундамент может накрениться, соответственно ось смыкания областей пластических деформаций будет смещаться (рис. 1).

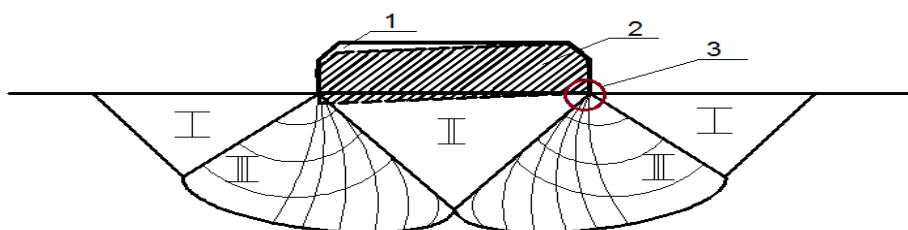
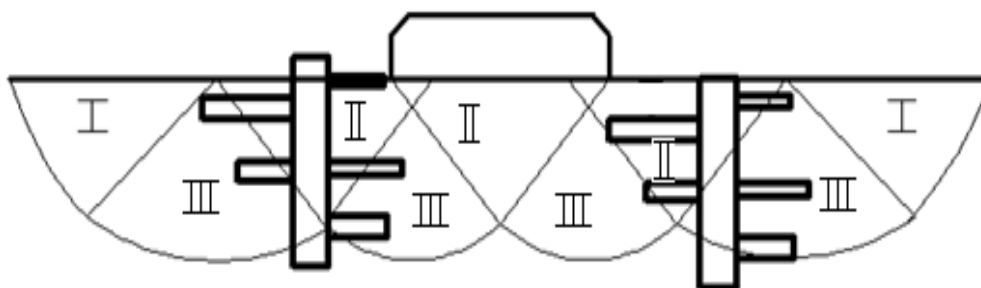


Рис. 1: 1 – проектное положение конструкции, 2 – развитие усилий, приводящих к опрокидыванию, 3 – краевые зоны. «I» – зона с максимальными напряжениями, «II» – зона с минимальными напряжениями (упругое ядро), «III» – переходная зона

Области сдвиговых и пластических деформаций зарождаются в краевых зонах, с увеличением нагрузки распространяются вглубь, под подошву фундамента, поэтому в геотехническом строительстве все больше прибегают к изменению структурных характеристик с помощью физических, механических или химических способов преобразования грунтов.

Предположительно создание дополнительных элементов усиления на границе пластической зоны приведет к эффекту перераспределения напряжений, удалению зон максимального давления «I» от краев фундамента,

увеличению количества зон с минимальным напряженным состоянием «II» и переходных «III» (рис. 2).



*Рис. 2. Перераспределение усилий в основании фундамента с введением в работу искусственно созданных корневидных объемов: «I» – зона с максимальными напряжениями, «II» – зона с минимальными напряжениями (упругое ядро), «III» – переходная зона*

Одним из наиболее эффективных направлений в работе по улучшению физико-технических свойств оснований является армирование. В строительной науке и практике уже имеются примеры послойного армирования грунтов геосинтетическими материалами, предлагаются варианты фиброармирования с введением в грунтовую матрицу коротких дискретных волокон, имеющих достаточно высокую прочность на восприятие растягивающих усилий. Предполагается, что повышение прочности и устойчивости грунтовых массивов будет достигаться за счет работы волокон, имитирующих корневую систему растений.

Традиционные технологии предлагают проведение мероприятий по цементации, силикатизации, смолизации, электрохимическому и термическому закреплению грунтов.

Учитывая сырьевые возможности региона, авторами разработан и экспериментально апробирован новый композитный состав для укрепления, реставрации, восполнения утрат минеральных оснований с использованием в качестве добавки местного минерального сырья – опоки Каменоярского месторождения Черноярского района Астраханской области.

Опоки – органогенные осадочные породы, широко применяются в составе тампонажных растворов. Это природные алюмосиликаты, обладающие уникальным набором свойств, которые при детальном исследовании позволят решить различные проблемы, возникающие в процессе эксплуатации строительных объектов.

Качество материала соответствует требованиям нормативных документов СаНПиН 2.1.4.2652-10, СаНПиН 2.1.4.1074-01, ТУ 2164-001-51652069-2001 и подтверждено сертификатом соответствия № РОСС RU.АИ01.Н00158.

Модификация состава введением опок дезинтегрированных до состояния тонких частиц влияет на формирование агломератов и кристалли-

тов из вновь созданных гидратных фаз. Качество и количество агломератов и кристаллитов напрямую зависит от размера частиц добавки и ее процентного содержания в единице объема цементного камня.

Проектируемый состав обладает повышенной седиментационной устойчивостью.

Модифицированные составы, при использовании в качестве инъекционных, обеспечивают образование в структурно-неустойчивых грунтах стабильных кластеров со сниженной микропористостью цементно-песчаной матрицы, увеличению прочностных характеристик и показателей водостойкости.

Закрепление грунтовых оснований композитными составами достаточно широко используется как технология дающая длительный эффект для стабилизации возможных осадок зданий и сооружений.

На начальном этапе создания строительного композита происходил выбор и оценка сырья с точки зрения направленного использования.

Испытания проводились на образцах грунта нарушенной структуры, что при работе с песчаными грунтами является стандартной практикой.

На начальном этапе испытаний инъекцию композиционного состава вводили с использованием бессистемно перфорированного элемента. В результате серии проведенных экспериментов получен устойчивый кластер корневидной формы (рис. 3) [2].

Для получения эффекта армированного элемента, а также увеличения прочности создаваемой конструкции, в работу грунтобетонной композиции предполагается включить не извлекаемый перфорированный элемент (рис. 4). Стенд разработан с учетом обеспечения равномерного распределения инъецируемого состава. Материал стенда – высокопрочный пластик.

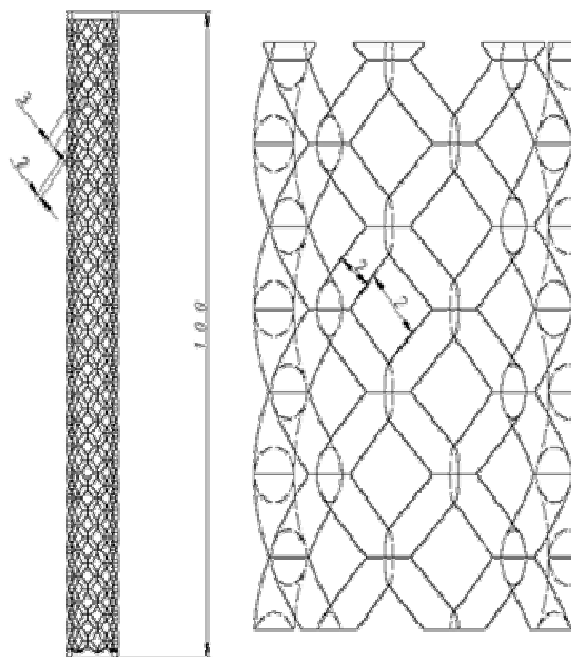
На стадии проектирования мероприятий по предотвращению развития деформаций дополнительная площадь опирания, а также длина и количество инъецируемых элементов могут быть рассчитаны по нормативному давлению на условно однородный грунт:

$$P_{cp} \leq R^H$$

где  $P_{cp}$  – среднее давление на грунт от нормативных нагрузок;  $R^H$  – нормативное давление на грунт основания.



*Рис. 3. Грунтобетонный кластер корневидной формы (после отмывки)*



*Рис. 4. Схема перфорированной трубки*

Введение корневидных, армированных в ствольной части объемов, поможет максимально распределить нагрузку и получить максимально плавное изменение напряжения основания.

#### **Список литературы**

1. Болдырев Г. Г., Малышев М. В. Механика грунтов. Основания и фундаменты (в вопросах и ответах) : учеб. пособие. 4-е изд., перераб. и доп. Пенза : ПГУАС, 2009. 412 с.
2. Кожевникова Ю. Г., Гусев О. С., Лобанова А. О. и др. Закрепление структурно-неустойчивых грунтов композиционными составами с введением тонкоизмельченных опок // Материалы международной конференции. Прага, 25 февраля 2016 г. Т. 2. С. 34-38.

УДК 72

### **КОНЦЕПЦИЯ ОБРАЗА И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА АРХИТЕКТУРНОЕ ФОРМООБРАЗОВАНИЕ**

*М. А. Рылеева, А. В. Богатырева, М. В. Калмыкова  
Астраханский государственный  
архитектурно-строительный университет (Россия)*

В статье рассматривается становление формы архитектурных сооружений и преобразование ее от функции к художественному образу и смыслу.

Проводя анализ этапов развития архитектуры, мирового и отечественного опыта, в статье выделяются два приема формообразования: декоративный и конструктивный; рассматриваются их основные различия.