

Б.Б. Унайбаев¹, А.Ш. Ищанова², Б.Ж. Унайбаев³

¹к.т.н., докторант КарГТУ, ²магистр ЕИТИ, ³академик, д.т.н., проф. ЕИТИ,
¹г. Караганда, ^{2,3}г. Экибастуз, Республика Казахстан

УПРЕЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАЗРАБОТКИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ЗАТРАТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА НА ЗАСОЛЕННЫХ ГРУНТАХ

Аннотация. Современная застройка территорий, сложенных засоленными пылевато-глинистыми грунтами, не обеспечивается должным качеством, а потому требует глубоких научных проработок, которые должны быть продолжены в процессе изысканий, проектирования, строительства и эксплуатации проектируемых объектов с постоянной адаптацией предлагаемых упреждающих конструктивно-технологических разработок к изменяющимся условиям, протекающим в этих грунтах при техногенном воздействии на солевую компоненту грунта.

Ключевые слова: засоленный пылевато-глинистый грунт, аварийные деформации, осадка, просадка, техногенное воздействие, подтопление, технология, упреждающая конструктивно-технологическая разработка.

Треть площадей в Казахстане, согласно общепринятой классификации грунтов по содержанию легко- и среднерастворимых солей сложена засоленными пылевато-глинистыми грунтами (ЗПГГ). К этой же категории мы относим грунты, содержащие труднорастворимые слои, а это практически вся территория республики [1].

Образовавшиеся в результате длительных геологических, климатических и фационных процессов ЗПГГ представляет собой сложный конгломерат частиц минерального и органического происхождения с разнообразной величиной и формой взаимодействия, свойства которой изменяются в условиях природного и техногенного воздействия. Однако регламентируемые методы и приемы оценки физико-механических и химических свойств ЗПГГ зачастую не учитывают весь спектр этих изменений. Сказанное в полной мере относится к грунтам карбонатного засоления.

Так, например ЗПГГ на стадии изысканий под строительство находится в маловлажном состоянии, содержат от 5...10 до 35% солевых оборудований в виде углекислого и сернокислого кальция, магния и незначительного присутствия легкорастворимых соединений, характеризуются I и II типом просадочности, обладает слабой агрессивностью согласно СП РК 2.01-101-2013 «Защита строительных конструкций от коррозии», высокой прочностью и пористостью ($= < 50\%$), наличием макропор размером от 0,2 до 2 мм, преимущественным содержанием пылеватых частиц, малым количеством глинистых включений, коэффициентом фильтрации от 0,1 до 2,5 м/сутки [1].

Этот же грунт после длительного увлажнения и в водонасыщенном состоянии при подтоплении претерпевает существенные изменения и

отличается от его естественного состояния проявлением легкой, средней, либо сильной степенью агрессии к металлу и бетону строительных конструкций согласно СНиП СП РК 2.01-101-2013, водонеустойчивостью, водопроницаемостью, снижением прочности и увеличением сжимаемости под нагрузкой.

Развитие экономики Казахстана тесно связано с масштабной застройкой территорий, сложенных ЗПГГ. Масштабная застройка и последующая эксплуатация зданий и сооружений (ЗС) сопровождается неизбежным подтоплением застроенных территорий. В этих условиях свойства агрессивной водно-солевой грунтовой среды (АВСГС), формирующейся в ЗПГГ основания, подвержены существенным изменениям, определяющим несущую способность основания и долговечность конструкций фундамента.

Следовательно, процесс эксплуатации ЗС на территориях, сложенных ЗПГГ, постоянно находится в области риска, так как ЗПГГ – продукт естественной деятельности природы с трудно контролируемыми и плохо прогнозируемыми физико-механическими и химическими свойствами, изменения которых тесно связано с влиянием естественных и техногенных факторов на химическую компоненту (солесодержание) грунтов. При этом ЗС, возведенное на ЗПГГ, должно оставаться неизменным, потому как даже незначительное развитие осадки, вследствие снижения несущей способности основания и коррозии фундаментной конструкции влечет за собой появление дополнительных усилий в надземных конструкциях, а по достижению определенных величин может привести к разрушению объекта.

В настоящее время изыскания, проектирование и строительство ЗС на ЗПГГ, в соответствии с действующим регламентом, сопровождается неизбежным повышением затрат (на 5...25% и более), обусловленных опасностью проявления ЗПГГ и отсутствием надежных и эффективных упреждающих конструктивно-технологических разработок (КТР) по строительству на ЗПГГ. Так, например, для возведения ЗС на ЗПГГ в соответствии с регламентом СП РК 5.01-102-2013 «Основание зданий и сооружений» предлагается дорогостоящая технология замены ЗПГГ в основании, либо их предварительное рассоление с последующим уплотнением, химическое закрепление, механическое уплотнение, либо комплекс мероприятий включающие водозащитные и конструктивные меры, с устройством грунтовой подушки.

Однако, даже эти колоссальные затраты не гарантируют надежную эксплуатацию ЗС на ЗПГГ. Об этом свидетельствуют многочисленные аварийные осадки и разрушения ЗС возведенных на ЗПГГ в г.г. Жанаозен, Жезгазгане, Балхаше, Караганде, Ереване, Тбилиси, Запорожье, Волгодонске и др. Расходы на восстановление, ремонт и усиление этих аварийных объектов зачастую в 1,5...2 раза и более превышают первоначальные затраты на их строительство [1].

Сложившийся механизм застройки территории, сложенных ЗПГГ, заключается в дорогостоящем устранении последствий аварийных

деформации ЗС на стадии их эксплуатации. Это затратный механизм, требует срочного разрешения, потому как интенсивность строительства на ЗПГГ в Казахстане в связи с развитием нефтегазового комплекса с каждым годом возрастает.

Назрела острая необходимость в разработке упреждающих КТР при строительстве обеспечивающих надежную эксплуатацию ЗС на ЗПГГ. Разработка упреждающих КТР в области фундаментостроения на ЗПГГ является основой решения актуальной проблемы затратного строительства на ЗПГГ.

Предлагаемая нами концепция качественной и эффективной застройки территорий, сложенных ЗПГГ предполагает возведение и эксплуатацию ЗС рассматривать как единую и совокупную систему, разработанную на основе адаптации и оптимизации КТР к ЗПГГ в рамках единого технологического комплекса: «изыскания, проектирование, строительство и эксплуатация».

Упреждающее развитие КТР в обозначенном направлении должно базироваться на следующих принципах:

- установление «обратной связи», обуславливающей решение задач изысканий, проектирования и строительства в зависимости от конечной цели – надежной эксплуатации ЗС на ЗПГГ;

- комплексность и системность, в соответствии с которыми определяются критерии оптимизации каждого этапа технологического комплекса;

- адаптации, требующей последовательной корректировки и совершенствование КТР в рамках возведения и эксплуатации ЗС в зависимости от поступающей информации об изменениях, протекающих на территории, сложенной ЗПГГ в процессе техногенного воздействия.

Суть опережающего развития КТР по возведению ЗС на ЗПГГ заключается в том, что при их разработке суффозионный процесс, деформация грунтового основания, материал, конструкция основания, фундамента, ЗС, их защита от коррозии, сверхнормативной просадки и суффозионной осадки рассматривается совокупно и во взаимосвязи, в рамках эффективной работы единой системы «основание – фундамент – сооружение» (ОФС). Выбор оптимальной КТР должен базироваться на технико-экономическом сравнении, предлагаемых решений на всех стадиях развития процессе изысканий, проектирования, строительства и эксплуатации. Последнее должно осуществляется для отдельных фундаментов конкретного проектируемого объекта, находящихся в наиболее сложных условиях (максимальная нагрузка, неблагоприятные условия работы ЗПГГ в основании, суффозионная неустойчивость, коррозионная активность грунтов и грунтовых вод и др.). Далее производится расчет фундаментов с назначением оптимальных размеров, которые могли бы обеспечить суммарную осадку, с учетом просадки и суффозионного сжатия, коррозии конструкции, не превышающей предельно допустимой, для проектируемого класса ЗС. При поиске защитных антикоррозионных покрытий учитываются такие факторы,

как дефицитности материала, его стоимость и возможность применения в условиях конкретной строительной площадки.

В плане решения обозначенных задач было разработано и внедрено в производство более 20 эффективных упреждающих КТР при строительстве на ЗППГ, а именно:

- методика оценки и прогноза изменения свойств АВСГС в ЗППГ в основании при подтоплении в процессе эксплуатации [2];
- способ устройства фундаментов в вытрамбованных котлованах (ФВК) и пробитых скважинах с защитной и несущей оболочкой [2];
- способ устройства буронабивной сваи в защитной и несущей оболочке из силиката и др. [2].

Суть предлагаемой методики оценки и прогноза изменения свойств АВСГС в основании, сложенном ЗППГ, заключается в том, что уже на стадии проектирования определяются свойства АВСГС, формирующиеся в основании сложенном ЗППГ при подтоплении, в процессе эксплуатации проектируемого объекта с учетом влияния его работы на формирование химического состава и концентрации грунтовых вод. Оценка расчетных характеристик по предложенной методике после соответствующих расчетов позволяет уже на стадии проектирования прогнозировать развитие осадки объекта на нормативный срок эксплуатации, а потому подобрать и предложить эффективное и надежное КТР по возведению ЗС уже на стадии проектирования.

Антикоррозионная защита и одновременно повышение несущей способности набивной сваи в АВСГС основания, сложенного ЗППГ, хорошо реализуется при формовании защитной и несущей оболочки, пробуренной или пробитой сваи путем дополнительного впрессовывания, втрамбовывания или нанесения на стенки и в основание разрабатываемой скважины под сваю коррозионностойких материалов (пластмассовая труба, «жидкое стекло», киров, асфальт, битум и пр.). Защитное покрытие после укладки и формования бетона оказывается герметично упакованными между железобетонной сваем и уплотненным, либо химически закрепленным водонепроницаемым слоем грунта. Это способствует сохранности защитного покрытия, а, следовательно, долговечной работы бетоне сваи [2].

Использование для защиты свай в ЗППГ нефтебитуминозных пород (киров) либо материалов изготовленных на основе природного битума, извлеченного из киров, позволяет существенно снизить материальные затраты. Предлагаемая холодная мастика, представляет собой смесь природного битума, извлеченного из нефтебитуминозных пород с минеральным порошкообразным наполнителем. Длительные испытания показали, что в этих мастиках процесс поглощения воды со временем постепенно затухает, и после двух-трех лет эксплуатации они становятся более водостойчивыми, чем традиционные, изготовленные на основе промышленного битума [1, 2].

В развитии к действующим нормативно-законодательным документам по изысканиям, проектированию и строительству (в том числе СН и РК EN 1997-2004/ 2011, ISO 14688-2-2009) разработаны адаптированные к ЗППГ основания ЗС, новые строительные классификации суффозионно и структурно неустойчивых ЗППГ, агрессивности грунтов и грунтовых вод, категории территории, сложенных ЗППГ, по степени сложности их строительного освоения. Предложены новые коррозионностойкие конструкции и технологии устройства оснований и фундаментов, методы проектирование и строительства ЗС на ЗППГ, даны практические рекомендации по обеспечению надежной эксплуатации ЗС на ЗППГ [1, 2, 3].

Разработанные инновации предназначены в качестве практических рекомендаций заказчикам, проектировщиками, геотехническим лабораториям, строительным организациям и общественным органам управления, ведущим застройку и эксплуатацию ЗС на обширных территориях Казахстана сложенных ЗППГ.

Авторское право, новизна и эффективность предлагаемых КТР в сопоставлении с аналогами известными в мировой и отечественной практике подтверждена многочисленными патентами и авторскими свидетельствами на изобретение (более 20), а также успешной опытно-производственной апробацией при строительстве и эксплуатации ЗС на ЗППГ в различных регионах РК, уже в течение 10-20 лет (г.г. Караганда, Темиртау, Атырау, п.г.т. Кульсары, Тенгиз и др.) [1, 2].

Однако основным фактором, определяющим эффективность предлагаемых упреждающих КТР при строительстве на ЗППГ являются эксплуатационные затраты, обусловленные повышением деформируемости ЗС на традиционных сборных ленточных фундаментах и обычных сваях при сопоставлении со ЗС на ФВК, ПС и буронабивных сваях с защитной и несущей оболочкой. ЗС на традиционных фундаментах, как правило, требуют ежегодного послепостроечного ремонта, вследствие развития неравномерных суффозионных осадок и коррозии фундаментных конструкций, тогда как при использовании при застройке упреждающих КТР никаких послепостроечных деформаций наземные конструкции ЗС не претерпевали.

Застройка территории, сложенных ЗППГ, предполагает тесное взаимодействие изыскателей, проектировщиков, строителей и эксплуатационников. Основная цель такого взаимодействия – достижение надежной эксплуатации ЗС, возведенных на ЗППГ при оптимальных затратах. Если учесть, что огромные площади Казахстана сложенные ЗППГ, подвержены интенсивному техногенному воздействию, внедрение эффективных упреждающих КТР при возведении ЗС на этих грунтах приобретает государственное значение.

Успешное решение затратной технологии возведения и эксплуатации ЗС на ЗППГ заключается в поиске эффективного материала, конструкции и технологии для устройства оснований и фундаментов в этих грунтах с разработкой методов их защиты от суффозионной неустойчивости,

коррозионной активности, повышения несущей способности и долговечности в условиях подтопления и выщелачивания.

Литература:

1. *Фундаментостроение на территориях, сложенных засоленными грунтами: монография. (Теория и практика)/ Унайбаев Б.Ж., Унайбаев Б.Б. – Алматы: Эверо, 2019. – 292 с.*
2. *Унайбаев Б.Ж. Инновации для развития Экибастузского топливно-энергетического региона. – Экибастуз: ЕИТИ им. акад. К. Сатпаева, 2018. – 74 с.*
3. *Проектирование зданий на засоленных грунтах. КТП РК Х.ХХ-ХХ-2011 (к СН РК ЕН 1997-1:2004/2011). (Разработан совместно сотрудниками строительных кафедр ЕИТИ и КарГТУ.)*

Тұзды шаңды-сазды топырақтардан құралған аумақтардың қазіргі заманғы дамуы тиісті сапамен қамтамасыз етілмейді, сондықтан зерттеу процесінде жалғасуы керек терең ғылыми зерттеулерді қажет етеді, ұсынылатын алдын алу конструктивтік-технологиялық әзірлемелерді топырақтың тұз компонентіне техногендік әсер ету кезінде осы топырақтарда болатын өзгермелі жағдайларға тұрақты бейімдей отырып, жобаланатын объектілерді жобалау, салу және пайдалану.

Түйін сөздер: *тұзды шаңды-сазды топырақ, апаттық деформациялар, шөгінділер, шөгінді, шөгу, техногендік әсер, су басу, технологиясы, конструктивті және технологиялық даму.*

Modern development territories composed of saline silty-clayey soils is not provided with the proper quality, and therefore requires deep scientific studies, which must be continued in the process of research, design, construction and operation of projected facilities with constant adaptation of the proposed proactive structural and technological developments to changing conditions flowing in these soils under anthropogenic impact on the salt component of the soil.

Key words: *Saline silty-clayey soil, emergency deformations, sediment, subsidence, technogenic impact, flooding, technology, proactive structural and technological development.*