

Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»

МРНТИ 67.13.29
УДК: 624.1(075): 624.151

DOI [10.53002/033](https://doi.org/10.53002/033)

Б.Ж. Унайбаев¹, Б.Б. Унайбаев¹, А. Ш. Ищанова¹, К. А. Абдрахманова²,
А. А. Абдрахманова^{2*}, Ш.Б. Толеубаева³, И.Б. Ташмуханбетова⁴

¹*Екибастузский инженерно-технический институт имени академика К.Сатпаева, Екибастуз, Казахстан*

²*Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагынова, Караганды, Казахстан*

³*Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан*

⁴*Международная образовательная корпорация, Алматы, Казахстан
(E-mail: aardasha @list.ru)*

Научная и практическая концепция застройки территорий, сложенных пылевато-глинистыми грунтами

Предположено, что многочисленные аварии, низкое качество и эффективность возведения и эксплуатации объектов топливно-энергетического комплекса, промышленного и гражданского строительства на пылевато-глинистые грунты различного типа и степени засоления ЗПГГ напрямую связана с несовершенством сложившегося технологического комплексного процесса фундаментостроения по застройке этих территорий, которая в нашем понимании представляет собой совокупность и последовательность операций и действий, осуществляемых в процессе изысканий, проектирования и строительства, направленных на получения готового изделия (ЗС) с наилучшими эксплуатационными показателями назначения. Такое понимание в исследованиях позволяет нам не потерять оптимальные варианты решения затронутой проблемы. По результатам теоретических и экспериментальных исследований сформулированы научные положения, разработаны предложения для внесения в нормативно-законодательные документы и практические рекомендации, конструктивно-технологические и технические решения, превосходящие по своим показателям лучшие отечественные и зарубежные аналоги, совокупность которых позволила развить технологический комплекс процесса фундаментостроения обеспечивающий решение актуальной научно-прикладной проблемы – повышение качества и эффективности застройки территорий сложенных ЗПГГ.

Ключевые слова: технология, опыт, соль, стандарт, оценка, качество, проблема, критерий.

Введение

Пылевато-глинистые грунты различного типа и степени засоления (ЗПГГ) широко распространены на земном шаре. Они залегают в странах СНГ, исламском мире, Китае, Африке, Латинской Америке. В этих грунтах преимущественно содержатся труднорастворимые (от 10 до 30% и более) и незначительное количество легко и среднерастворимых солей (до 5%) [2]. В естественном маловлажном состоянии эти грунты характеризуются I и II типами просадочности, слабой агрессивностью, высокой пористостью и прочностью, наличием макропор, большим содержанием пылеватых частиц, малым количеством глинистых частиц, коэффициента фильтрации от 0,1 до 2,5 м/сутки.

Строительство зданий и сооружений на территориях, сложенных ЗПГГ в соответствии со сложившейся нормативно-законодательной базой, связана с повышением материальных и трудовых затрат (на 5...25% и более) при сопоставлении со строительством на обычных грунтах. При этом надежность эксплуатации возведенных объектов не гарантируется, о чем свидетельствуют многочисленные аварии объектов на ЗПГГ в гг. Н.Узень, Балхаше, Джезказгане, Волгодонске, Ереване, Тбилиси и др.

Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»

Зачастую стоимость затрат на восстановление, ремонт и усиление аварийных объектов на ЗПГГ превышают первоначальные капитальные вложения на их строительство в 1,5 – 2 раза и более [4].

Материалы и методы

Согласно выдвинутого предположения был проведен критический анализ и экспертная оценка известных и регламентируемых технологий изысканий, проектирования и устройства оснований и фундаментов на ЗПГГ который показал, что сложившаяся в настоящее время нормативно-законодательная строительная база основывается на исследованиях грунтов, содержащих только легко- и среднерастворимые соли. Последнее не отвечает практике, современного строительства потому как преимущественно распространены и застраиваются территории, сложенные грунтами смешанного и карбонатного типа засоления.

Действующий стандарт (ГОСТ 25100-95) предполагает литологическую классификацию засоленных грунтов в строительстве только по одному показателю – определенное содержание легко- и среднерастворимой соли ($\geq 5\%$). В основе этой классификации заложено ошибочное мнение, основанное на положении, что суффозионная неустойчивость ЗПГГ в основании обусловлена растворимостью и выщелачиванием содержащихся солей в дистиллированной воде, а масштабы проявления суффозионных деформаций определяются объемом вымытых солей в грунтовом основании [4].

Исходя из того, что растворимость карбонатов (CaCO_2 , MgCO_3) в дистиллированной воде слабая действующий ГОСТ ЗПГГ содержащих карбонаты относят к категории незасоленных, а потому строительство на ЗПГГ ведется согласно регламента, как на обычных суффозионных устойчивых грунтах. Однако, результаты проведенных исследований и испытаний, опыт застройки территории, сложенных ЗПГГ показал, что в современных условиях повышенной, растворяющей способности грунтовых (техногенных) вод, которые зачастую насыщены растворами солей, кислот и щелочей, наблюдается существенное ухудшение строительных свойств ЗПГГ в основании обусловленное выщелачиванием как легко, средне, так и труднорастворимых солей техногенными водами, что сказывается на повышенной их коррозионной активности, развитии дополнительных деформаций грунтов (зачастую превышающей объем вымытых солей), снижение несущей способности и устойчивости возводимых объектов. Следовательно, строительная оценка (т.е. классификация) ЗПГГ и грунтовых вод на строительной площадке должна осуществляется по совокупности показателей физико-химического состояния грунтов и грунтовых вод, интенсивности протекания, в грунтах основания коррозионных, суффозионных и деформационных процессов, интенсивного выщелачивания как легко, средне, так и труднорастворимых солей [1].

Следует отметить, что согласно требованиям регламента СП РК 1.02-105-2014 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения», в отчетах по изысканиям территорий, сложенных ЗПГГ, преимущественно карбонатного типа засоления, обычно приводятся только лишь рекомендации по защите фундамента от коррозии. При этом опасность проявления ЗПГГ выраженная динамикой развития в них суффозионного процесса, просадочных и послепросадочных суффозионных деформаций под воздействием природных и техногенных факторов и их влияние на надежность возведения и эксплуатации зданий и сооружений не учитывается.

Расчетные характеристики солепереноса грунта при проведении инженерно-геологических изысканий на ЗПГГ (далее ИГИ) согласно СП РК 1.02-105-2014 не подлежат определению, а потому суффозионный процесс, интенсивность его протекания и влияние на работу ЗПГГ в основании изначально не подлежат оценке в фундаментостроении. Испытания суффозионной сжимаемости грунтов [3] по известным [4], в том числе и стандартным способом (ГОСТ 12248.5 – 2020) показали, что за период от 1,5...3 месяцев до 1 года, (это же было подтверждено в исследованиях НИИОСПа; ПНИИИС и др.), достигается в лучшем случае только 50...60% выщелоченность образцов [4].

Следовательно, достоверность определения основного показателя, используемого в расчетах осадки при проектировании основания объектов на ЗПГГ ставится под сомнением. Результаты лабораторных определений других физико-механических характеристик ЗПГГ определенные в испытаниях стандартными и общепринятыми методами существенно отличаются [3].

Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»

Указанные обстоятельства объясняют в свою очередь повышенную стоимость и трудоемкости изысканий на ЗПГГ, а также низкую точность определения расчетных характеристик. Низкая точность определения расчетных характеристик ЗПГГ определяет низкое качество проектных и последующих строительных работ, следовательно, и надежность эксплуатации проектируемого объекта.

Интенсивная массовая застройка территорий, сложенных ЗПГГ, а это широкомасштабное строительство объектов, топливно-энергетического, нефтегазового, промышленного и гражданского комплекса осложняется жесткими требованиями регламента СНиП РК 5.01-01-2002 «Основания зданий и сооружений». Это неоправданные расходы на малоэффективные водозащитные мероприятия, закрепление грунтов, устройство искусственных оснований, путем замены засоленных грунтов в основании, применение забивных и набивных свай-стоек и обмазочным и защитным покрытием.

Удорожание и повышение трудоемкости работ нулевого цикла на реализацию положений регламента существенно превышает затраты на аналогичные работы в обычных грунтах. При этом защитное покрытие оголовков и конструкция сваи в процессе забивки, растрескивается, сдвигается обмазочное покрытие, а потому в процессе дальнейшей эксплуатации конструкций активно корродирует. Долговечность буронабивных свай в ЗПГГ также невысокая, потому, как уже в процессе формирования структуры и набора прочности свежееуложенный бетон контактирует с агрессивной водно-солевой грунтовой средой, которая формируется в основании, сложенном ЗПГГ при устройстве сваи. Обеспечить необходимую плотность укладки бетона и контролировать его качество по стволу сваи в процессе работ на строительной площадке не предоставляется возможным.

Грунтовые воды на площадках, застроенных промышленными объектами, которые формируются в процессе эксплуатации вследствие утечек, это насыщенные растворы солей, кислот, щелочей. Через 8-10 лет эксплуатации от обычного бетона и буронабивной сваи в агрессивной водно-солевой грунтовой среде г.г. Н.Узень, Балхаш, Шымкент, Атырау, Темиртау остается практически только голый щебень и остатки ржавой арматуры. Стоимость химического закрепления ЗПГГ в основании, регламентируемом нормативами не позволительна для условий массовой застройки территорий, потому как сопоставима со стоимостью возведения надземной части.

Анализ многолетнего опыта застройки территорий, сложенных ЗПГГ и экспертная оценка известных и регламентируемых методов изысканий, проектирования, строительства и эксплуатации зданий и сооружений показали, что сложившийся в настоящее время затратный механизм застройки территорий, сложенных ЗПГГ, сопровождаемый аварийными осадками промышленных и гражданских сооружений требует скорейшего пересмотра. Однако бороться следует не с последствиями многочисленных аварийных осадков, как это сложилось в современной практике, а выстраивать систему достижения требуемого качества и эффективности на всех этапах технологического комплекса фундаментостроения на основе адаптации технологических процессов к ЗПГГ [13].

При застройке территорий необходимо понимать, что фундамент – это инженерная конструкция, расположенная на стыке независимых систем – «суффозионно-неустойчивый грунт и искусственные сооружение», которая в процессе эксплуатации постоянно находится в области риска. Суффозионно-неустойчивый грунт – продукт естественной деятельности природы с трудно контролируемыми и плохо прогнозируемыми свойствами в условиях природного и техногенного воздействия. Однако искусственная система - объекта, возведенная на этом грунте должна оставаться неизменным, потому как с даже незначительное развитие неравномерной просадки или суффозионной осадки, коррозия конструкции фундамента влечет за собой появление дополнительных усилий в надземных конструкция, а при достижении определенных величин может привести к аварии объекта.

Одним из сдерживающих факторов по решению проблемы застройки территории сложенных по ЗПГГ, является отсутствие системного и комплексного подхода к ее решению. Многочисленные разработки известные в области строительства на ЗПГГ [7, 8] базируются на основе разрозненных результатов исследования физико-механических свойств региональных разновидностей грунтов, содержащих легко и среднерастворимые соли, конструкции основания, фундамента, сооружения, технологий [9] возведения уникальных объектов на этих грунтах. При этом технологические аспекты реализации этих многочисленных результатов исследования, их взаимосвязь и комплексный подход для условий индустриальной массовой застройки ЗПГГ, остается практически не затронутым [5,6].

Для решения обозначенной проблемы была выдвинута новая научная концепция качественной и эффективной застройки территории сложенных ЗПГГ которая предполагает развитие

Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»

технологического комплекса фундаментостроения (ТКФ) и создаваемую при этом продукцию рассматривать, как единую и совокупную систему, разработанную на основе адаптации конструктивно-технологических и технических решений в рамках этой единой системы к изменяющимся условиям на ЗПГ протекающим под воздействием природных и техногенных факторов на солевую компоненту грунта. Учитывая тот факт, что оптимизация ТКФ на ЗПГ, определяется разнородностью исследуемых факторов (природных, техногенных, конструктивных, технологических, организационных, экономических и пр.) решение проблемы должно осуществляться путем экономико-математического моделирования этой единой системы в сочетании с математическим и гидрогеохимическим моделированием работы ЗПГ в основании [1].

Поиск должен быть направлен на решение проблемной ситуации, включающий многообразие конструктивно-технологических приемов и способов производства изыскательских, проектных и строительных работ, в отсутствие удовлетворительной методологии единого подхода, научного обоснования, выбора и прогнозирования качественных и эффективных решений, адаптированных к условиям суффозионно-неустойчивых грунтовых условий.

Основным фактором, определяющим стратегию застройки территории сложными ЗПГ является суффозионная и структурная неустойчивость этих грунтов, которая может проявиться на любом этапе возведения, либо эксплуатации проектируемого объекта, под влиянием как естественных (природных), так и техногенных факторов. Исходя из этого уже на стадии предпроектных, инженерно-геологических изысканий, а также на последующих этапах развития ТКФ, должна ставиться задача максимальной адаптации проектируемого объекта к условиям эксплуатации в суффозионно-неустойчивых грунтовых условиях. С этой целью определяющими критериями при оценке эффективности конструктивно-технологических и технических решений на различных этапах возведения объектов на ЗПГ было определено:

- при изысканиях – достоверность определения и прогноза изменения расчетных параметров ЗПГ при воздействии техногенных факторов (нагрузки, подтопления, химических составов и концентрация грунтовых вод)
- при проектировании- оптимизация проектного решения;
- при строительстве – эффективность и качество работ;
- при эксплуатации – надежность проектного решения [9-10].

Результаты и обсуждение

Основопологающим критерием возведения и эксплуатации объекта на ЗПГ, определена – надежность и экономическая эффективность, т.е. прибыль с учетом предполагаемых рисков строительства в засоленных грунтах.

Следовательно, из всего многообразия альтернативных технологий предпочтение должно отдаваться той, которая требует наименьших затрат. Однако экономия затрат ни в коем мере не должна влиять на снижение надежности и качество объекта, как в процессе проектирования строительства, так и при последующей эксплуатации. Принятие решения после анализа альтернативных вариантов должно быть за заказчиком – организатором работ, который соотносит это решение с возможностями подрядных организации и надежной эксплуатацией возводимого объекта в конкретных условиях строительства и эксплуатации. Системный и комплексный подход при оптимизации предлагаемого решения заключается в выдвигании и сопоставлении альтернативных вариантов технологии изыскательских, проектных и строительных работ по определяющим критериям каждого этапа определяющих конечную цель - надежность эксплуатации проектируемого объекта [11].

В целом системный анализ включает в себя: формирование конечной цели; выбор определяющих критериев оптимизации на каждом этапе; исходя из конечной цели (надежность) определение взаимосвязи каждого элемента в изучаемой системе; анализ решений; оценка конечного экономического эффекта (прибыли, с учетом рисков, связанных со строительством на засоленных грунтах) [12]

Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»

Выводы

Структурно-логическая схема реализации предлагаемой научной концепции качественной и эффективной застройки на ЗППГ, с опытно-промышленной апробацией результатов исследования в массовом строительстве, содержит следующие задачи: анализ известных конструктивно-технологических и технических решений в проблемной области; установление закономерностей влияния гидрогеохимических и технологических аспектов на качество и эффективность изысканий, проектирования, строительства и эксплуатации, совершенствование технологии изысканий при оценке основных расчетных характеристик засоленных грунтов; разработка методики оптимизации ТКФ на создание готовой продукции на основе адаптации к ЗППГ, натурные испытания и апробация новых конструктивно-технологических и технических решений в рамках единой системы «ОФС–ТКФ», разработка нормативно-законодательных документов, регламентирующих предполагаемые технологии изысканий, проектирования и устройства оснований и фундаментов на ЗППГ. Процесс научно-исследовательской и практической деятельности по решению проблемы застройки территорий, сложенных на ЗППГ отражен в опубликованных нами источниках [13-16].

Список литературы

1. Унайбаев Б.Ж., Унайбаев Б.Б. и др. Соли в грунтовом основании как фактор, формирующий их коррозионную активность, осадку и сжимаемость // Вестник – научный журнал Казахской головной архитектурно-строительной академии (КазГАСА). – Алматы, № 4 (78), 2020. – С. 253–259.
2. Унайбаев Б.Ж., Унайбаев Б.Б. Строительство фундаментов на засоленных грунтах (Теория и практика): монография. – Алматы: Northsmith, 2018. – 192 с.
3. Унайбаев Б.Ж., Унайбаев Б.Б. Сваи в засоленных грунтах Казахстана: монография. – Алматы: Издательство «Эверо», 2018. – 376 с.
4. Петрухин В.П. Строительство сооружений на засоленных грунтах. – М.: Стройиздат, 1989. – 264 с.
5. Москвин В.М., Иванов Ф.М., Алексеев С.Н., Грузев Е.А. Коррозия бетона и железобетона, методы их защиты. – М.: Стройиздат, 1980. – 536 с.
6. Способ устройства буронабивной сваи в засоленных лессовых просадочных грунтах: инновационный патент на изобретение № 22796 от 10.08.2010 г., бюл. № 8.
7. Аскалонов В.В. Силикатизация лессовых грунтов. – М., 1959.
8. Ржаницын Б.А. Химическое закрепление грунтов в строительстве. – М.: Стройиздат, 1986. – 264 с.: ил. – (Надежность и качество).
9. Соколов В.Е. Химическое закрепление грунтов. – М.: Стройиздат, 1980. – 119 с.
10. Унайбаев Б.Ж., Унайбаев Б.Б. Эффективные технологии защиты свай от коррозии в засоленных агрессивных грунтах // Научный журнал «Вестник» – СГУ им. Шакарима, № 53, 2019.
11. Unaibayev V.B., Unaibayev V.Z., Alibekova N., Sarsembayeva A. Устройство буронабивных свай с защитной силикатной оболочкой новой конструкции в засоленных илистоголинистых грунтах // Applied Sciences. – 2021. – Т. 11, № 15. – С. 6935. <https://doi.org/10.3390/app11156935>.
12. Unaibayev V.Z., Unaibayev V.B., Andreyachshenko V. Свайные оболочки монолитного бетонирования на основе нефтебитумных пород (кирс) в засоленных грунтах // Scientific Review Engineering and Environmental Sciences (SREES). – 2021. – Т. 30, № 1. – С. 51–61. <https://doi.org/10.22630/PNIKS.2021.30.1.5>.
13. Унайбаев Б.Ж., Унайбаев Б.Б., Ищанова А.С. и др. Рекомендации по проектированию и устройству защитной и несущей оболочки буронабивных свай, возводимых в засоленных пылевато-глинистых грунтах: учебное пособие. – Экибастуз: ЕИТИ им. К. Сатпаева, 2022. – 55 с.
14. Рекомендации по проектированию и устройству фундаментов в засоленных грунтах с использованием набивных котлованов. – Казахский технический институт при ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, 2001. – 105 с.
15. Рекомендации по проектированию и устройству свайных фундаментов с защитной оболочкой в буровых скважинах. – Казахский технический институт при ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, 2001. – 68 с.
16. НТД РК. Строительство на засоленных грунтах. – Астана, 2015.

Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»

Б.Ж. Унайбаев¹, Б.Б. Унайбаев¹, А. Ш. Ищанова¹,
К. А. Абдрахманова², А. А. Абдрахманова^{2*}, Ш.Б. Толеубаева³, И.Б. Ташмуханбетова⁴

Шаң-балшықты топырақтарға көмкерілген аймақтардағы құрылыстың ғылыми және практикалық тұжырымдамасы

Жан-жақты зерттеулер нәтижесінде жанар-энергетикалық кешен, өнеркәсіптік және азаматтық құрылыс нысандарының шаңды-балшықты әртүрлі типтегі және тұздану дәрежесіндегі топырақтарда (ЗПГГ) жиі апатқа ұшырауы, сапасының төмендігі және тиімділігінің жеткіліксіздігі бұл аумақтарды игеруге арналған іргетас салудың қазіргі технологиялық кешенді процесінің жетілмегендігімен тікелей байланысты деген болжам жасалды. Біздің түсінігімізде бұл процесс ізденіс, жобалау және құрылыс жұмыстары кезінде орындалатын операциялар мен іс-әрекеттердің жиынтығы мен дәйектілігін білдіреді, оның негізгі мақсаты жоғары пайдалану сипаттамалары бар дайын іргетас жүйесін (ЗС) жасау болып табылады. Мұндай тәсіл бізге аталған мәселенің оңтайлы шешімдерін жоғалтпай, ең тиімді жолдарын анықтауға мүмкіндік береді. Теориялық және эксперименттік зерттеулер негізінде ғылыми қағидалар тұжырымдалып, нормативтік-заңнамалық құжаттарға толықтырулар енгізу бойынша ұсыныстар, сондай-ақ тәжірибелік ұсынымдар, конструктивті-технологиялық және техникалық шешімдер әзірленді. Бұл шешімдер отандық және шетелдік үздік аналогтардан асып түседі және олардың үйлесуі іргетас салу технологиялық процесін дамытып, ЗПГГ аумақтарындағы құрылыс сапасы мен тиімділігін арттыру бойынша өзекті ғылыми-қолданбалы мәселені шешуге мүмкіндік берді.

Түйін сөздер: технология, тәжірибе, тұз, стандарт, бағалау, сапа, мәселе, критерий.

Unaibayev B. Z.¹, Unaibayev B. B.¹, Ishchanova A. Sh.¹,
Abdrakhmanova K. A.², Abdrakhmanova A. A.^{2*}, Sh. Toleubayeva³,
I. Tashmukhanbetova⁴

Scientific and practical concept of territory development on complex silty-clay soils

Materials and methods it is assumed that numerous accidents, poor quality and efficiency of the construction and operation of facilities of the fuel and energy complex, industrial and civil construction at the ZPGG are directly related to the imperfection of the established technological complex process of foundation construction for the development of these territories, which in our understanding is a set and sequence of operations and actions carried out in the process of surveys, design and construction, aimed at obtaining a finished product (PO) with the best performance indicators for the purpose. This understanding in research allows us not to lose the optimal solutions to the problem raised. Based on the results of theoretical and experimental research, scientific provisions have been formulated, proposals have been developed for inclusion in regulatory and legislative documents and practical recommendations, constructive, technological and technical solutions that surpass the best domestic and foreign analogues in their indicators, the totality of which allowed the development of a technological complex of the foundation building process providing a solution to an urgent scientific and applied problem – improving the quality and efficiency of development of territories composed of pulverized clay soils of various types and degrees of salinity (ZPPG).

Keywords: technology, experience, salt, standard, assessment, quality, problem, criterion.

Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»

References

1. Unaibayev B.J.; Unaibayev B.B. et al. Salts in the base groups as a factor forming their corrosion activity, subsidence and compressibility. Vestnik is a scientific journal of the Kazakh Head Architectural and Construction Academy. Scientific Journal, KazGASA, Almaty, No.4 (78) 2020, pp. 253-259.
2. Unaibayev BZH., Unaibayev B.B. Foundation construction on saline soils (Theory and practice): Monograph – Almaty. Northsmith, 2018. – 192с.
3. Unaibaev B.J. Unaibayev B.B. Piles in saline soils of Kazakhstan. – Monograph. – Almaty: Evero Publishing House, 2018. – 376 p.
4. Petrukhin V.P. Construction of structures on saline soils. – М.: Stroyizdat, 1989. – 264 p.
5. Moskvina V.M., Ivanov F.M., Alekseev S.N., Gruzev E.A. Corrosion of concrete and reinforced concrete, methods of their protection. – М.; Stroyizdat, 1980. – 536 p
6. Method of erecting a bored pile in saline loess subsidence soils. Innovative patent for invention No.22796 dated 08/10/2010, byul. No.8.
7. Askalonov V.V. Silicatization of loess soils. – М. 1959.
8. Rzhantsyn B.A. Chemical fixation of soils in construction. – М.: Stroyizdat, 1986.-264с.:ил. – (Reliability and quality)
9. V.E. Sokolov Chemical fixation of soils. – М.: Stroyizdat. 1980 – 119 p.
10. Unaibaev B.J., Unaibaev B.B. Effective technologies for protecting piles from corrosion in saline aggressive soils. The scientific journal «Vestnik». – Semey GU named after.Shakarima No. 53, 2019
11. Unaibayev BB, Unaibayev BZ, Alibekova N, Sarsembayeva A. Installation of Bored Piles with a Protective Silicate Shell of a New Design in Saline Silty-Clayey Soils. Applied Sciences. 2021; 11(15):6935. <https://doi.org/10.3390/app11156935>.
12. Unaibayev, V. Z., Unaibayev, V. B., & Andreyachshenko, V. (2021). Cast-in-situ piles encasements based on oil-bituminous rocks (kirs) in saline soils. Scientific Review Engineering and Environmental Sciences (SREES), 30(1), 51-61. <https://doi.org/10.22630/PNIKS.2021.30.1.5>.
13. Recommendations for the design and installation of foundations in saline soils with a rammed pit – Kazakh Technical Institute at the L.N. Gumilev ENU, 2001. - 105 p.
14. Recommendations for the design and installation of stacked piles
15. foundations with a protective shell in drilled wells – Kazakh Technical Institute at the L.N. Gumilyov ENU, 2001. - 68 p.
16. Unaibaev B.J.; Unaibaev B.B.; Ishchanova A.S. and others. Recommendations for the design and installation of a protective and load-bearing shell of bored piles erected in saline dusty clay soils. Study guide / – Ekibastuz: YITI named after K.Satpayev, 2022 - 55 p.
17. NTD RK Construction on saline soils. – Astana.: 2015.