

Анализ некоторых проблемных изменений нормативных требований в СП 24.13330.2011 применительно к области мостостроения

Развитие техники и технологии производства работ требуют актуализации норм, в частности нормативных требований к расчету и проектированию свайных фундаментов. При этом актуализация должна базироваться на проведенных научных и опытных исследованиях с соблюдением нормативных требований к изучаемым процессам, материалам, технологиям и т.д.

6 мая 2017 г в действие вступило в силу Изменение 1 к СП 24.13330.2011 "СНиП 2.02.03-85 Свайные фундаменты». Анализ вышедших изменений показал, что они существенно повлияли на методику и нормативно-правовое регулирование расчетов свай глубокого заложения, представленных в разделе 7 «Проектирование свайных фундаментов».

В прежней редакции СП обязательного к применению п.7.2.6 коэффициент условий работы грунта под нижним концом сваи, который раньше был равным 1 во всех случаях, за исключением свай с камуфлетным уширением и буро-инъекционных свай, для которых этот коэффициент принимался равным 1,3, и свай с уширением бетонируемым подводным способом, для которых равен 0,9.

В соответствии с Изменением 1, коэффициент $\gamma_{R,R}$ следует принимать для свай с уширением, устраиваемых путём механического разбуривания грунта и бетонируемых насухо $\gamma_{R,R} = 0,5$ и бетонируемых подводным способом, для которых $\gamma_{R,R} = 0,3$.

Таким образом значение коэффициента для буронабивных свай с уширением, бетонируемых подводным способом уменьшилось в 3 раза. Эффективность применения свай с уширением на мостовых сооружениях сводится к нулю, поскольку теперь несущая способность свай с уширением оказывается ниже, чем свай без уширения. Значение коэффициента условий работы грунта под нижним концом сваи, оказывает значительное влияние на объём работ по устройству свайного основания и, соответственно, на стоимость устройства фундамента мостовых сооружений (3-кратное уменьшение коэффициента условий работы грунта под нижним концом сваи оказывает решающее влияние на стоимость устройства фундамента мостовых сооружений, увеличивая ее также в 3-ри раза). В сложных инженерно-геологических условиях, где нагрузки могут достигать значений десятков тысяч кН на фундамент, использование буронабивных свай с уширением — это оптимальный способ достичь необходимой несущей способности сваи.

АО «Институт «Стройпроект» поднимал вопрос о корректности данных изменений, для мостостроения, на что НИИОСП им. Н.М. Герсеванова сообщил, что снижение значения коэффициента условий работы грунта под нижним концом сваи произведено в связи с тем, что на большом количестве объектов было зафиксировано существенное превышение расчётной нагрузки над фактической несущей способностью сваи по результатам испытаний, а также указано, что данное обстоятельство отражено в журнале ОФиМГ №4 за 2016 г.

ОФиМГ №4 за 2016 г содержит единственную статью, относимую к данной проблематике: «О влиянии качества зачистки уширения скважины на несущую способность буронабивной сваи» (Авторы – Дзагов А.М., Китайкин В.А., Чернов Р.И.).

В статье рассматривается единственная технология устройства буронабивных свай, практически не применяемая в мостостроении, —основная проблема, поднимаемая в

статье - качество зачистки забоя скважины и его влияния на несущую способность свай в маловлажных глинистых грунтах, присущая именно этой технологии. Представлены результаты полевых статических испытаний буронабивных свай (далее БНС), изготовленных по технологиям с неконтролируемой и полной зачисткой забоя скважины от бурового шлама.

Авторы справедливо отмечают, что на несущую способность БНС существенно влияет наличие шламowego слоя в забое скважины, а также способы устройства ствола свай и уширения. Материал статьи основан на анализе результатов испытаний свай на двух опытных площадках: в промышленной зоне г. Волгодонска и на территории Загорской ГАЭС. Рассмотренные в статье конструкции свай, технологии их сооружений и грунтовые условия имеют много существенных особенностей, а данные, полученные при их испытаниях, могут быть применены ИСКЛЮЧИТЕЛЬНО в таких же специфических конструкциях, технологиях и условиях.

Отмеченные в статье Особенности грунтовых условий:

Грунтовые условия опытной площадки в г. Волгодонске были представлены лёссовидными суглинками II типа по просадочности на глубину 30 м. Уровень грунтовых вод вскрыт на глубине 30 м. Для испытаний были пробурены 5 скважин для изготовления свай №1...5, таким образом, что под подошвой свай оставалось около 2 м просадочного суглинка. Авторы акцентируют внимание на том, что испытания свай проводились в условиях замачивания просадочной толщи грунтов в течении 7 месяцев, как и рекомендуется в [1] для данного типа просадочности. (Согласно п.9.3 СП 24.13330.2011 свайные фундаменты на территориях с просадочными грунтами при возможности замачивания грунтов следует применять в случаях, когда возможна прорезка сваями всех слоев просадочных грунтов. Нижние концы свай должны быть заглублены, как правило, в скальные грунты, пески плотные и средней плотности, глинистые грунты с показателем текучести для буронабивных свай $I_t < 0.2$).

При этом следует отметить, что при проведении испытаний, «лоб» свай опирался на замоченный просадочный грунт толщиной 2 м, что при приложении к нему нагрузки от свай могло привести к деформации просадочного грунта.

Согласно п.9.11 СП 24.13330.2012 (пункт включен в перечень национальных стандартов и сводов правил, в результате применения которого на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений"), несущую способность свай в грунтовых условиях II типа по просадочности, работающих на сжимающую нагрузку, следует определять по результатам статических испытаний свай с локальным замачиванием или расчетом с учетом отрицательных сил трения, а не по разделу 7, как предполагает автор.

Отмеченные в статье Особенности технологии бурения:

Бурение скважины диаметром 600 мм и глубиной 28 м производилось шнековым способом насухо без обсадных труб с помощью установки СО-2. Эта установка не предназначена для бурения скважин в неустойчивых грунтах без использования бентонитового раствора. Данная установка была разработана около 1960 г, и в настоящее время не используется при строительстве мостовых сооружений.

Уширение диаметром 1600 мм создавалось, по регламенту, разработанному для этой буровой машины, с помощью раскрытия сердечника буровой установки СО-2,

показанной на (рис.1, а). Авторы указывают, что в результате такой технологии толщина остающегося на подошве сваи разрыхленного грунта составляла до 25 см. В современных условиях при строительстве мостовых сооружений используют принципиально другой тип уширителя (рис.2), который формирует более устойчивую полость в грунте. Исследования компании Bauer [3] показывают, что новые типы режущих устройств, могут создавать уширения скважин, которые согласно DIN 1536 могут быть выполнены в различных грунтах с высоким качеством, при отсутствии разрыхленного грунта на дне приямка.

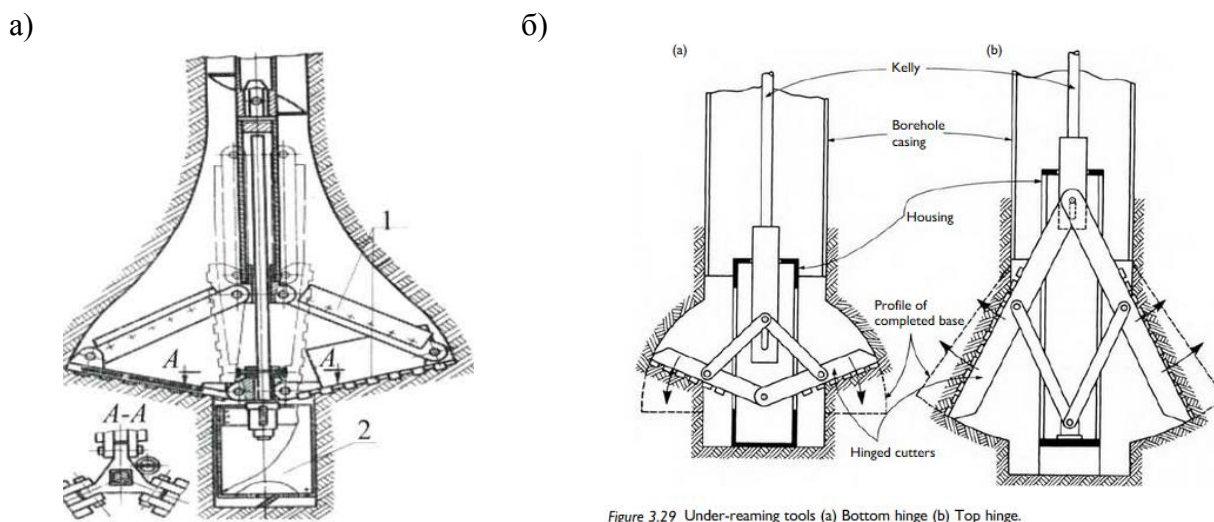


Рисунок 1 – Типы уширителя

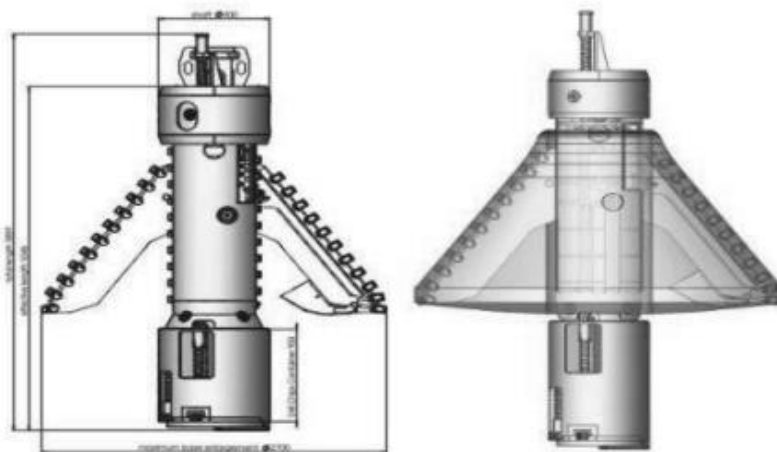


Рисунок 2 – Типы уширителя

Следует отметить, что в практике АО «Институт «Стройпроект» никогда не использовалось соотношение диаметра уширения и диаметра ствола сваи более 1.6, как и устройство сваи с уширением без обсадных труб.

Отмеченные в статье Особенности технологии армирования и бетонирования:

Авторы статьи подчеркивают, что установка арматурного каркаса значительной длины в сухой забой производилась без обсадной трубы, такой способ установки каркаса приводит к осыпанию грунта стенок скважины и создания дополнительного слоя шлама в забое скважины.

Бетонирование проводилось методом свободного сброса бетонной смеси с высоты 30 м, что неизбежно приводило к запырению шлама на дне скважины, расслоению бетонной смеси и ее зависанию. СП 45.13330.2012 разрешает сбрасывание бетонной смеси с высоты не более 20 м при условии получения положительных результатов при опытной проверке этого способа с использованием смеси со специально подобранным составом и подвижностью. Авторы отметили, что применяемый способ бетонирования не может обеспечить полную зачистку забоя скважины от шлама и обеспечить требуемую расчётную несущую способность. В соответствии с СП 45 следовало изменить технологию, чего судя по материалу статьи, не было сделано.

В заключении статьи Авторы в разделе Выводы, в первой части подводят итоги проведённых испытаний и поясняют виденье причин:

1. Испытанные ими сваи показали несущую способность в 1,5-3 раза ниже расчётной;
2. Причинами расхождения являются технологические особенности по зачистке дна от разрыхлённого грунта;
3. Современные буровые установки не в полной мере обеспечивают полное удаление разрыхлённого грунта;
4. Наличие бурового шлама под пятой приводит к тому, что под нижним концом ситуация на порядок отличается от расчётной;
5. Полная зачистка существенно меняет ситуацию;
6. Уширения, при рассмотренной в статье технологии, не приводит к увеличению несущей способности сваи.

Мы выражаем свое согласие, с основными положениями этих выводов, отмечая лишь отсутствие оценки влияния технологии бетонирования методом свободного сброса, на выявленную проблему недостаточной несущей способности. Именно эта технология превращает «не в полной мере удаленный» разрыхленный грунт в буровой шлам под пятой, даже при использовании современных буровых установок (а тем более рассмотренной в статье СО-2 с ее 25 см шлама).

Во второй части раздела Выводы Авторы говорят о целесообразности продолжения работы по уточнению определения расчетной несущей способности буровых свай. Однако в окончании п.8, в не связи с материалом статьи, ее тематикой и выше приведенными выводами Авторы, формулируется предложение о полезности понижении, при изменении СП24, расчётной несущей способности всех без исключения БНС с уширением для всех конструкций, технологий и грунтовых условий.

В современной практике мостостроения, при бетонировании и устройстве БНС используется метод вертикально-перемещаемой трубы (ВПТ), когда по мере заполнения скважины высокоподвижной литой бетонной смесью производят извлечение инвентарной обсадной трубы. Низ подающей бетонолитной трубы поддерживается на глубине не менее чем на 1,5 метра ниже поверхности бетона, что обеспечивает не смешивание тяжелой бетонной смеси (объемный вес $2,5 \text{ т/м}^3$), с вышерасположенным легким буровым шламом (объемный вес $1,5-1,8 \text{ т/м}^3$). По мере бетонирования шламовая пробка поднимается вверх, выше расчетной отметки верха сваи. После частичного набора прочности сваи шламовую пробку высотой 1 метр срубают, что предусмотрено нормативными документами и утвержденными расценками. Такая технология сооружения буровой сваи обеспечивает укладку бетонной смеси проектного качества без шламовой пробки в теле и в основании БНС.

Расчёты несущей способности свай для мостостроения, которые велись с использованием значения коэффициента равного 0,9, подтверждались на практике в разных регионах страны. Результаты контрольных статических испытаний буронабивных свай с уширением (табл. 2), на объектах Института «Стройпроект», подтверждали, что на всех фундаментах расчетная нагрузка на голову свай не превышает максимальную нагрузку при испытаниях, а осадки свай соответствовали не превышали расчетных, подтверждая, тем самым, несущую способность.

Таблица 2 – Результаты статических испытаний буронабивных свай на мостовых сооружениях.

№	Наименование объекта	№ опоры	Диаметр буровой свай, мм	Диаметр уширения, мм	Расчетная нагрузка на голову свай, тс	Максимальная нагрузка при испытаниях, тс
1	«Скоростная автомобильная дорога Москва – Санкт-Петербург на участках км 543 – км 646 и км 646 – км 684. Мосты и путепроводы. 8 этап км 646 – км 684. Путепровод через ж/д пути Варшавского направления на съезде 4»	2	1200	1850	700	700
2	«Реконструкция ул. Мельникайте, участок ул. Хабаровская – р. Тура с мостовым переходом через р. Тура (г. Тюмень). Этап 2 – Реконструкция мостового перехода через р. Тура»	2	1500	2400	714	714
3		3	1500	2400	864	864
4	«Южный участок Западного скоростного диаметра от транспортной развязки на пересечении с кольцевой автомобильной дорогой вокруг Санкт-Петербурга (нежилая зона Предпортовая - 2) до транспортной развязки на Канонерском острове.	10	1500	2200	919,8	1362
5	Центральный и Северный участки Западного скоростного диаметра (участок от транспортной развязки на Канонерском острове до транспортной развязки на пересечении с автодорогой Е-18 «Скандинавия»). IV очередь строительства ЗСД(от транспортной развязки в районе реки Екатерингофки до транспортной развязки в районе улицы Шкиперский проток) Мост – эстакада подхода к мосту через Морской канал.»	16	1500	2200	1208	1543,5

По проектам Института «Стройпроект» построены фундаменты мостовых сооружений на буронабивных сваях диаметром 1,0 м - 1,7 м с уширением от 1,6 до 2,8 м с более чем с 20-ю тысячами свай на таких крупных объектах как:

- КАД, все мостовые сооружения, включая вантовый мост через Неву;
- ЗСД, на всех мостовых сооружениях;
- Скоростная платная автодорога, М-11;
- Олимпийские объекты в Сочи;
- Мостовой переход через реку Тура, г. Тюмень;
- Мостовой переход через р. Иртыш, г. Павлодар;
- Мостовой переход в районе о. Серный, г. Санкт-Петербург и многие десятки других на всей территории Российской Федерации, стран СНГ от Владивостока до Калининграда и от Ашхабада до севера Сибири.

Многолетняя эксплуатация приведённых объектов ещё раз доказывает целесообразность сохранения расчетных предпосылок для транспортного строительства, использованных при расчетах сотен тысяч буронабивных свай с уширением, проведенных в СП24 до его изменения.

Значительные изменения так же претерпел п. 7.2 «Расчетные методы определения несущей способности свай» в обязательном к применению подразделе «Свай-стойки». Согласно новой редакции расчетные методы используются только для предварительной оценки несущей способности свай-стоек. Окончательную несущую способность необходимо определять по результатам статических испытаний. На стадии разработки проектной документации, проведения дорогостоящих статических испытаний буронабивных свай не представляется возможным, ввиду отсутствия: согласованного проекта, проведенного на его основании выбора подрядчика, разрешения на начало работ, т.к. данные работы не входят в состав инженерных изысканий и в состав проектных работ, предусмотренных нормами затрат на перечисленное. Проведение этих работ возможно лишь по дополнительному строительно-монтажному титулу, экспертиза по которому должна быть завершена до окончания проекта. Для бюджетного финансирования такая стадия не предусмотрена и не может быть реализована ввиду противоречия действующей системе государственных закупок и бюджетам проектов.

ВЫВОДЫ

1. На мостовых сооружениях коэффициент условий работы грунта под нижним концом сваи для свай с уширением, устроенных методом ВПТ, обеспечивающим отсутствие шлама в теле конструкции сваи и по поверхности ее опирания на грунт – следует сохранить действовавший до изменения 1 коэффициент 0,9;
2. Следует полностью запретить свободный сброс бетонной смеси, в практике мостостроения при устройстве буронабивных свай, как не обеспечивающий устранение бурового шлама со дна забоя и тела сваи в процессе бетонирования;
3. Исследования, проведенные авторами статьи, не могут служить основой для внесения изменений в раздел 7 «Проектирование свайных фундаментов» СП 24.13330.2011, т.к. выводы, сделанные на основе этих испытаний, могут быть актуальным для раздела 9 «Особенности проектирования свайных фундаментов на просадочных грунтах». Изучение несущей способности просадочных грунтов безусловно важная тема для развития научной базы;
4. Изменения к СП 24.13330.2011 существенно влияют на стоимость мостовых сооружений и делают невозможным соблюдения требований раздела 7 «Проектирование

свайных фундаментов» СП 24.13330.2011. Переход расчетных методов для свай-стоек в категорию предварительных означает создание существенных препятствий для производственного процесса и всех участников строительства;

5. На мостовых сооружениях, в сложных инженерно-геологических условиях, где нагрузки могут достигать значений десятков тысяч кН на фундамент, использование буронабивных свай с уширением — это эффективный способ достичь необходимой несущей способности сваи. Это подтверждается результатами статических испытаний и практическим опытом мостостроения последних 30 лет.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 24.13330.2011. Свайные фундаменты (Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85)
2. BAUER: Firma Spezialtiefbau Schrobenshausener Tage 2006/Firmenunterlagen, 2006
3. СП 45.13330.2012. Земляные сооружения, основания и фундаменты (Актуализированная редакция СНиП 3.02.01-87)