

**АНАЛИЗ НЕКОТОРЫХ ПРОБЛЕМНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ
НОРМАТИВНЫХ ТРЕБОВАНИЙ В СП 24.13330.2011
ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ОБЛАСТИ МОСТОСТРОЕНИЯ**

Инженер В.Г. Лебедева,
инженер Б.А. Суровцев,
инженер А.Г. Злотников
(АО «Институт «Стройпроект»)
Контактная информация: 8(812) 331-0500;
most@stpr.ru

В статье проанализированы изменения нормативных требований СП 24.13330.2011, согласно которым снижается расчетная несущая способность фундаментов на буронабивных сваях с уширениями, а также рассмотрены обоснования указанных изменений. Даны рекомендации о дифференцированном подходе к назначению рассматриваемого коэффициента надежности с учетом технологии устройства уширения и специфики области применения свайных фундаментов, в частности мостовых сооружений.

Ключевые слова: свайные фундаменты, коэффициент условий работы грунта под нижним концом сваи, буронабивные сваи, метод вертикально перемещаемой трубы, технология бурения, статические испытания.

Развитие техники и технологии производства работ обуславливает актуализацию норм, в частности нормативных требований к расчету и проектированию свайных фундаментов. При этом актуализация документации должна базироваться на результатах проведенных научных и опытных исследованиях при соблюдении нормативных требований к изучаемым процессам, материалам, технологиям и т.д.

Не так давно вступило в силу Изменение №1 к СП 24.13330.2011 «СНиП 2.02.03-85 Свайные фундаменты» [1]. Анализ введенных 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 обязательного к применению п.7.2.6 СП 24.13330.2011 [2] коэффициент условий работы грунта под нижним концом сваи $\gamma_{R,R}$ во всех случаях принимался равным 1, за исключением свай с камуфлетным уширением и буроинъекционных свай, для которых этот коэффициент составлял 1,3, и свай с уширением, бетонированным подводным способом – 0,9.

В соответствии с Изменением № 1, коэффициент $\gamma_{R,R}$ следует принимать для свай с уширением, устраиваемых путем механического разбуривания грунта и бетонируемых насухо, равным 0,5, а бетонируемых подводным способом – 0,3.

Таким образом, значение коэффициента для буронабивных свай с уширением, бетонируемых подводным способом уменьшилось в 3 раза. Эффективность применения свай с уширением 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 объем работ по устройству свайного основания и, соответственно, на стоимость устройства фундамента мостовых сооружений (3-х кратное уменьшение коэффициента условий работы грунта под нижним концом сваи оказывает решающее влияние на стоимость устройства фундамента мостовых сооружений, увеличивая ее также в 3 раза). В сложных инженерно-геологических условиях, где нагрузки могут достигать значений десятков тысяч кН на фундамент, использование буронабивных свай с уширением является оптимальным способом достижения необходимой несущей способности сваи.

Вопрос о корректности данных изменений неоднократно поднимался АО «Институт «Стройпроект», однако, согласно официальному мнению НИИОСП им. Н.М. Герсеванова¹, снижение значения коэффициента условий работы грунта под нижним концом сваи произведено в связи с тем, что на большом количестве объектов было зафиксировано существенное превышение расчетной нагрузки над фактической несущей способностью сваи по результатам испытаний, что нашло отражение в [3].

Журнал ОФимГ, на который дана ссылка, содержит только одну публикацию по данной проблематике.

В статье [3] рассматривается лишь одна технология устройства буронабивных свай, практически не применяемая в мостостроении. Основным же вопросом публикации является качество зачистки забоя скважины и его влияния на несущую способность сваи в маловлажных глинистых грунтах, что характерно именно для представленной технологии. Кроме того, приводятся результаты полевых статических испытаний буронабивных свай (далее БНС), изготовленных по технологиям с неконтролируемой и полной зачисткой забоя скважины от бурового шлама.

¹ Научно-исследовательский, проектно-изыскательский и конструкторско-технологический институт оснований и подземных сооружений им. Н.М. Герсеванова.

В [3] авторами справедливо отмечается, что на несущую способность БНС существенно влияет наличие шламового слоя в забое скважины, а также способы устройства ствола сваи и уширения. Публикация основана 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.

Особенности грунтовых условий, отмеченные в [3]

Грунтовые условия опытной площадки в г. Волгодонске были представлены лессовидными 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, чтобы под подошвой сваи оставалось около 2 м просадочного суглинка. Авторами акцентируется внимание на том, что испытания свай проводились в условиях замачивания просадочной толщи грунтов в течение 7 месяцев, как и рекомендуется в СП 24.13330.2011 для данного типа просадочности (Согласно п.9.3 СП 24.13330.2012 [4], на территориях с просадочными грунтами при возможности замачивания грунтов следует применять такие сваи в случаях, когда возможна прорезка ими 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 $I_l < 0,2$).

При этом следует отметить, что при проведении испытаний, «лоб» сваи опирался на замоченный просадочный грунт толщиной 2 м. Приложение к такому грунту нагрузки от сваи могло вызвать его деформацию.

Согласно п.9.11 СП 24.13330.2012², несущую способность свай в грунтовых условиях II типа по просадочности, работающих на сжимающую нагрузку, следует определять по результатам статических испытаний сваи с локальным замачиванием или расчетом с учетом отрицательных сил трения, а не по разделу 7, как предполагается авторами.

² Пункт 9.11 СП 24.13330.2012 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».

Особенности технологии бурения, отмеченные в [3]

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 путем раскрытия сердечника буровой установки СО-2 (**рис. 1**). Авторами указывается, 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 позволяет формировать более устойчивую полость в грунте. Исследования компании Bauer показывают, что новые типы режущих устройств позволяют создавать уширения скважин, которые, согласно DIN 1536 [4], могут быть выполнены в различных грунтах с высоким качеством, при отсутствии разрыхленного грунта на дне приямка.

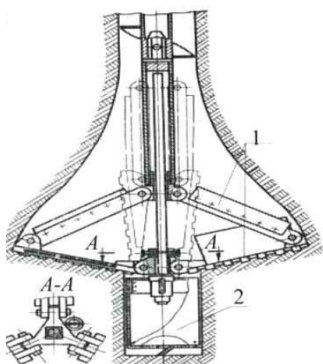


Рис. 1. Уширитель буровой установки СО-2:

1 – режущие ножи;

2 – грунтосборник

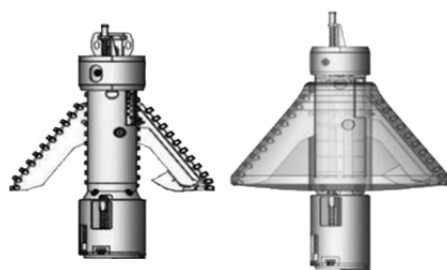


Рис. 2. Бур - уширитель, используемый в современных установках

Особенности технологии армирования и бетонирования, отмеченные в [3]

Авторами статьи подчеркивается, что установка арматурного каркаса значительной длины в сухой забой производилась без обсадной трубы. Такой способ установки каркаса приводит к осыпанию грунта стенок скважины и созданию дополнительного слоя шлама в забое скважины.

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.

Бетонирование производилось методом свободного сброса бетонной смеси с высоты 30 м, что неизбежно приводило к запылению шлама на дне скважины, расслоению бетонной смеси и ее зависанию. По СП 45.13330.2012 разрешается 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. Авторами отмечено, что применяемый способ бетонирования не может обеспечить полную зачистку забоя скважины от шлама, а также требуемую расчетную несущую способность. В соответствии с СП 45.13330.2012 следовало изменить технологию, однако этого, анализируя материал статьи, не было сделано.

В заключении в первой части раздела «Выводы» [3], обобщаются результаты проведенных испытаний с пояснением причин недостатка несущей способности:

1. Несущая способность свай составила в 1,5-3 раза ниже расчетной.
2. Причинами расхождения значений расчетной и фактической несущей способности являются технологические особенности по зачистке дна от разрыхленного грунта.
3. Современные буровые установки не в полной мере обеспечивают удаление разрыхленного грунта.
4. Наличие бурового шлама под пятой приводит к тому, что под нижним концом условия на порядок отличаются от расчетных;
5. Полная зачистка существенно меняет условия.
6. Уширения по технологии, рассмотренной в статье, не приводят к увеличению несущей способности сваи.

Авторами настоящей статьи выражается согласие с основными положениями приведенных выводов, при этом отмечается лишь отсутствие оценки влияния технологии бетонирования методом свободного

сброса на выявленную проблему недостаточной несущей способности. Именно по такой технологии «не в полной мере удаленный» разрыхленный грунт превращается в буровой шлам под пятой, даже при использовании современных буровых установок (а тем более указанной выше установки СО-2, при работе с которой допускается остаток слоя шлама толщиной 25 см).

Во второй части раздела «Выводы» авторами высказывается мнение о целесообразности продолжения работы по уточнению определения расчетной несущей способности буровых свай. Однако в п.8 этого раздела [3], не связанно с текстом статьи, ее тематикой и выше приведенными выводами, формулируется предложение о полезности понижения, при изменении СП 24.13330.2012, расчетной 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 м ниже поверхности бетона, что обеспечивает не смешивание тяжелой бетонной смеси (объемный вес – 2,5 т/м³), с вышерасположенным легким буровым шламом (объемный вес – 1,5-1,8 т/м³). По мере бетонирования шламовая пробка поднимается вверх, выше расчетной отметки верха сваи. После частичного набора прочности сваи шламовую пробку высотой 1 м срубают, что предусмотрено нормативными документами и утвержденными расценками. Такая технология обеспечивает сооружение буровой сваи и позволяет получить бетонную смесь проектного качества без шламовой пробки в теле и на дне скважины.

Расчеты несущей способности свай, которые велись с использованием значения коэффициента, равного 0,9, позволяли получать результаты, которые подтверждались на практике в разных регионах страны. Результаты контрольных испытаний буронабивных свай с уширением (табл. 1), инициированные АО «Институт «Стройпроект», подтвердили, что на всех объектах расчетная нагрузка на голову сваи не превышает максимальную нагрузку при испытаниях, а осадки свай соответствовали нормативным, подтверждая, тем самым, несущую способность.

По проектам АО «Институт «Стройпроект» построены фундаменты на буронабивных сваях диаметром 1,0 – 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 р. Неву;
- ЗСД – на всех мостовых сооружениях;
- скоростная автомобильная дорога М-11 Москва - Санкт-Петербург;
- Олимпийские объекты в г. Сочи;
- мостовой переход через р. Тура, г. Тюмень;
- мостовой переход через р. Иртыш, г. Павлодар;
- мостовой переход в районе о. Серный, г. Санкт-Петербург и многих десятках других объектов на всей территории Российской Федерации.

Многолетняя эксплуатация указанных объектов еще раз доказывает целесообразность сохранения расчетных предпосылок, использованных при расчетах сотен тысяч буронабивных свай с уширением, согласно СП 24.13330.2012 до его изменения.

Значительным образом также изменен п. 7.2 «Расчетные методы определения несущей способности свай» СП 24.13330.2012 в обязательном к применению подразделе «Свай-стойки». Согласно новой редакции документа, 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 следующего:

- согласованного проекта;
- проведенного на основании согласованного проекта выбора подрядчика;
- разрешения на начало работ, так как данные работы не входят в состав инженерных изысканий и проектных работ, предусмотренных нормами затрат на перечисленное выше. Проведение таких 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.

Таблица 1

Результаты статических испытаний буронабивных свай

<i>№ п/п</i>	<i>Наименование объекта</i>	<i>№ опоры</i>	<i>Диаметр буровой сваи, мм</i>	<i>Диаметр уширения, мм</i>	<i>Расчетная нагрузка на голову сваи, тс</i>	<i>Максимальная нагрузка при испытаниях, тс</i>
<i>1</i>	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 железнодорожные пути Варшавского направления на съезде 4	2	1200	1850	700	700
<i>2</i>	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
<i>3</i>		3	1500	2400	864	864
<i>4</i>	Южный участок Западного скоростного диаметра (ЗСД) от транспортной развязки на пересечении с кольцевой автомобильной дорогой (КАД) вокруг Санкт-Петербурга (нежилая зона Предпортовая – 2) до транспортной развязки на Канонерском острове. Центральный и Северный участки ЗСД (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 р. Екатерингофки до транспортной развязки в районе ул. Шкиперский проток). Мост – эстакада подхода к мосту через Морской канал	10	1500	2200	919,8	1362
<i>5</i>		16	1500	2200	1208	1543,5

ВЫВОДЫ

1. 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 введения Изменения № 1 к СП 24.13330.2011 коэффициент, равный 0,9.
2. Согласно СП 45.13330.2012, бетонирование методом свободного сброса бетонной смеси разрешен с высоты не более 20 м с использованием смеси со специально подобранным составом и подвижностью. Следует внести изменения в данный пункт и полностью запретить свободный сброс бетонной смеси при устройстве буронабивных свай при отсутствии научного сопровождения, как метода, не обеспечивающего устранение бурового шлама со дна забоя и тела сваи в процессе бетонирования.
3. Исследования, проведенные авторами статьи [3], не могут служить основой для внесения изменений в раздел 7 «Проектирование свайных фундаментов» СП 24.13330.2011, так как выводы, сделанные на основе этих испытаний, могут быть актуальными 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 сооружений и делают невозможным соблюдение 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 достижения необходимой несущей способности сваи. Это подтверждается результатами статических испытаний и практическим опытом мостостроения последних 30 лет.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Изменение № 1 к СП 24.13330.2011 «СНиП 2.02.03-85 Свайные фундаменты».* – Утвер. и введ. в действие приказом Минстроя России от 3 декабря 2016 г. N 885/пр. – Электрон. данные. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/456050595> (дата обращения 23.06.2018).
2. *СП 24.13330.2011. Свайные фундаменты (Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85).* – Введ. 20.05.2011. – М., 2011. – 86 с.
3. *Дзагов А.М. О влиянии качества зачистки уширения скважины на несущую способность буронабивной сваи / А.М. Дзагов, В.А. Китайкин, Р.И. Чернов // ОФМГ. – 2016. – №4. – 31-36 с.*
4. *СП 45.13330.2012. Свод правил. Земляные сооружения, основания и фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 3.02.01-87 (утв. Приказом Минрегиона России от 29.12.2011 N 635/2).* – М.: ООО «Аналитик», 2012. –139 с.
5. *DIN EN 1536-1999. Execution of special geotechnical work – Bored piles [Выполнение специальных геотехнических работ. Буровые сваи].* – 51 p.

L I T E R A T U R A

1. *Izmenenie # 1 k SP 24.13330.2011 «SNiP 2.02.03-85 Svajnye funamenty».* – Utver. i vved. v dejstvie prikazom Ministroja Rossii ot 3 dekabrja 2016 g. N 885/pr. – Jelektron. dannye. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/456050595> (data obrashhenija 23.06.2018).
2. *SP 24.13330.2011. Svajnye fundamenty (Aktualizirovannaja redakcija SNiP 2.02.03-85).* – Vved. 20.05.2011. – M., 2011. – 86 s.
3. *Dzagov A.M. O vlijanii kachestva zachistki ushirenija skvazhini na nesushhuju sposobnost' buronabivnoj svai / A.M. Dzagov, V.A. Kitajkin, R.I. Chernov // OFMG. – 2016. – #4. – 31-36 s.*
4. *SP 45.13330.2012. Svod pravil. Zemljanye sooruzhenija, osnovanija i fundamenty. Aktualizirovannaja redakcija SNiP 3.02.01-87 (utv. Prikazom Minregiona Rossii ot 29.12.2011 N 635/2).* – M.: ООО «Analitik», 2012. –139 s.
5. *DIN EN 1536-1999. Execution of special geotechnical work – Bored piles [Vypolnenie special'nyh geotehnicheskikh rabot. Burovyje svai].* – 51 p.

**THE ANALYSIS OF SOME PROBLEMATIC CHANGES OF
REGULATORY REQUIREMENTS IN SP 24.13330.2011
WITHIN THE FIELD OF BRIDGE ENGINEERING**

Engineer V.G. Lebedeva,

Engineer B.A. Surovzev,

Engineer A.G. Zlotnikov

(AO «Institute «Stroyproekt»)

Contact information: 8(812) 327-00-55;

irinas@stpr.ru;

In this article some changes in the regulatory requirements in SP 24.13330.2011 reducing the designed load bearing capacity of foundations on bored piles with broadenings, as well as the adduced vindications for these changes, are analyzed. The recommendations on a differentiated approach to the designation of the reliability factor under consideration, taking into account the process technology of broadening and specifics of pile foundations (bridge structures), are given.

Key words: *pile foundations, coefficient of soil work conditions under the bottom of the pile, bored piles, tremie method, drilling technology, static testing.*

Рецензент: канд. техн. наук В.А. Селиверстов (ФАУ «РОСДОРНИИ»).

Статья поступила в редакцию: 10.01.2018 г.