УДК 624.21:625.7

ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ НА СТАДИИ СТРОИТЕЛЬСТВА

Канд. техн. наук, доцент **А.Н. Яшнов**
(Сибирский государственный
университет путей сообщения),
инженер **С.А. Лок**
(ООО «НИЦ «Мосты»),
инженер **А.В. Зубко**
(ФКУ Упрдор «Енисей»)
Конт. информация: +7 (902) 946-22-32;
Zubko_av@mail.ru

В статье рассмотрены методы обеспечения надежности мостовых сооружений на автомобильных дорогах федерального значения России. Описаны методы специального обследования (испытания) фундаментной части при строительстве моста через р. Кан в Красноярском крае.

Ключевые слова: *мостовые сооружения, мониторинг, обследование, безопасность движения, надежность.*

Строительство мостовых сооружений – технологически сложный процесс, требующий высокой квалификации не только строителей, но и контролирующих субъектов – Заказчика, государственного строительного надзора, авторского надзора. Допустимые отклонения от требований проектной документации при строительстве регламентируются нормативными документами. «Сверхнормативные» отклонения при строительстве зданий и сооружений требуют особого внимания – специальных обследований, испытаний и расчетов, на основании которых разрабатываются технические решения, обеспечивающие надежность сооружения при дальнейшем строительстве и эксплуатации.

Конструкции фундаментной части мостовых сооружений, глубина залегания и другие параметры назначаются на основании инженерно-геологических изысканий, учитывая расчетную статическую и динамическую нагрузку. Инженерно-геологические изыскания для разработки проекта строительства предприятий, зданий и сооружений должны обеспечивать комплексное изучение инженерно-геологических условий выбранной площадки (участка, трассы) и прогноз их изменений в период строительства и эксплуатации с детализацией, достаточной для разработки проектных решений. Кроме того, сводом правил регламентируется, что: «*при проектировании на объекте зданий и сооружений повы-*

шенного уровня ответственности на свайных фундаментах – уникальных или со значительными нагрузками на фундаменты, при предполагаемой длине свай более 15 м и в других случаях (наличие слабых грунтов большой мощности и т.п.) следует проводить статические испытания натурных свай» **[1]**.

Данный нормативный документ указывает на необходимость специальных обследований при сооружении фундаментов, поскольку постоянные геологические процессы могут изменить структуру грунта, и его расчетное сопротивление, повлияв на изменение несущей способности в частности свайного фундамента мостового сооружения.

При строительстве мостов подтверждение несущей способности фундамента – это всегда актуально, поскольку зачастую строители сталкиваются с проблемой несоответствия фактической геологии грунтов проектным данным.

Современная практика строительства фундаментов различного назначения направлена на применение свай большой мощности, несущая способность которых достигает более 1000 т. Уменьшение количества свай, устройство уширения в основании сваи в сооружениях снижает материалоемкость и трудовые затраты строительства, сокращает его окупаемость и сроки, но повышает технологичность производственного процесса и требования к системе контроля. Вместе с тем значительно возрастает роль полевых испытаний свай, проводимых для обоснования правомерности, подтверждения надежности и качества конструктивно-технологических решений и разработок фундаментов.

Производство полевых испытаний свай регламентировано в России требованиями ГОСТ 5686-2012 **[2]**. Испытания проводятся на стадиях инженерных изысканий, проектирования и в ходе строительства объектов. Сваи нагружаются статическими или динамическими нагрузками.

Статические испытания дают весьма точную информацию о несущей способности свай, однако чрезвычайно трудоемки, сопряжены с техническими трудностями подачи и реактивного восприятия испытательных нагрузок, продолжительны во времени. В силу возможного разрушения при испытании сваи не могут быть использованы в дальнейшем и подлежат выбраковке.

Динамические испытания – более оперативны, менее трудоемки, чем статические. После проведения испытаний сваи не выбраковываются. Тем не менее, получаемые результаты в большинстве случаев не согласуются с результатами статических испытаний, оказываются приближенными, несущая способность свай не может быть определена с достаточной достоверностью.

Существенным недостатком обоих видов испытаний является также отсутствие сведений о распределении несущей способности по боковым поверхностям и подошвам конструкций, практическая невозможность проведения испытаний свай, обладающих несущей способностью по грунту более 300-400 тс. Таким образом, информационная обеспеченность для свай большой мощности в настоящее время фактически отсутствует, надежность и качество фундаментов с применением таких свай требует неотложного практического разрешения.

К наиболее распространенным методам мониторинга за строительством фундаментной части мостов следует отнести методы контроля обеспечения несущей способности грунтооснования, в основном проектами предусматривается контроль методом полевого определения характеристик прочности и деформируемости грунтов. В мостостроении применяется метод испытания штампом по ГОСТ 20276-2012 **[3]**. Сущность данного метода заключается в определении модуля деформации минеральных, органоминеральных и органических грунтов, начального просадочного давления и относительной деформации просадочности для просадочных глинистых грунтов при испытании с замачиванием.

Характеристики определяют по результатам нагружения грунта вертикальной нагрузкой в забое горной выработки с помощью штампа. Результаты испытаний оформляют в виде графиков зависимости осадки штампа от нагрузки.

В настоящее время ведется строительство моста через р. Кан федеральной автомобильной дороги Р-255 «Сибирь» в Красноярском крае вблизи г. Канск (**рис. 1**). Заказчиком является ФКУ Упрдор «Енисей» Федерального дорожного агентства, подрядная организация – АО «Сибмост». Фундаментная часть данного объекта представляет собой буронабивные сваи (БНС), объединенные ростверком, при этом сваи на промежуточных опорах имеют уширение 3 м. Проектом предусмотрено испытание штампом одной сваи в каждой опоре и проверка сплошности бетона БНС методом ультразвукового контроля (УЗК). Данные испытания проводятся с привлечением квалифицированных специалистов ООО «Мостовая инспекция», в соответствии с программой испытания и ГОСТ 5686-2012, ГОСТ 20276-2012 **[2, 3]**.

Для проведения штамповых испытаний были приняты следующие исходные данные:

- согласно инженерным изысканиям, в уровне подошвы фундамента опоры № 1 залегает глина серая, насыщенная водой, твердая с примесью органических веществ с прослоями полутвердой глины и суглинка;

- согласно проектной документации, несущая способность сваи по грунту – 223 тс, нагрузка на грунт при диаметре БНС 1200 мм составит 19,73 кгс/см^2;
- согласно проектной документации, максимальная нагрузка на голову сваи – 221 тс, нагрузка на грунт при диаметре БНС 1200 мм составит 19,55 кгс/см^2;
- согласно ГОСТ 20276-2012, диаметр опорной части штампа принимаем 276,5 мм (площадь 600 см^2).

Рис. 1. Макет строящегося моста через р. Кан в Красноярском крае

Для испытаний использовали указанные ниже оборудование и приборы:

- устройство для передачи нагрузки на основание (штанги), схема установки штанги в забое представлена на **рис. 2**;
- устройство для нагружения сваи (домкрат, маслостанция, манометр);
- устройство для измерения перемещений штампа в процессе испытания (реперная система с измерительными приборами), в данном случае применялись приборы – прогибомеры Аистова с ценой деления 0,01 мм;
- упорная конструкция для восприятия реактивных сил (платформа, в нее упирается домкрат).

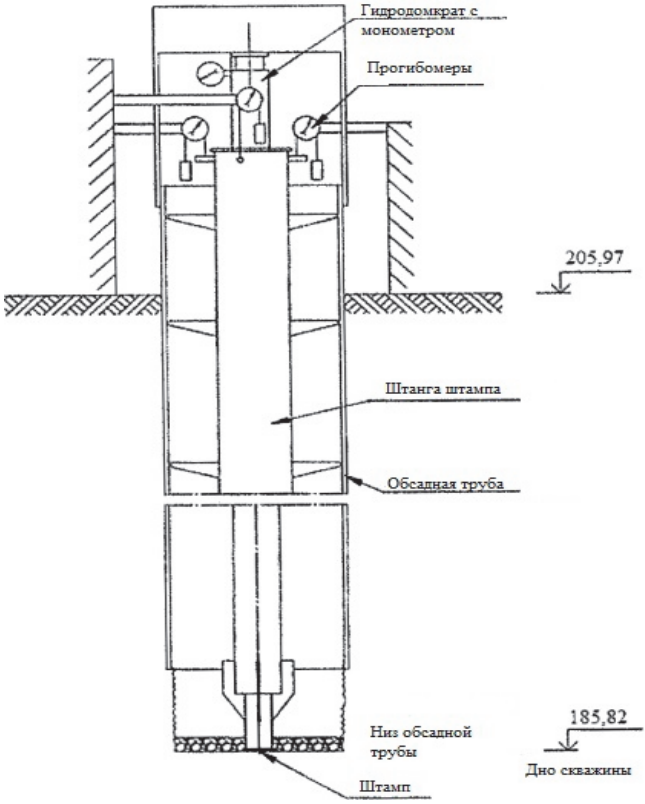


Рис. 2. Принципиальная схема испытания штампом грунта на забое скважины под БНС № 1 опоры № 1 мостового перехода через р. Кан *(федеральная автомобильная дорога М-53 «Байкал» от Челябинска через Курган, Омск, Новосибирск, Кемерово, Красноярск, Иркутск, Улан-Удэ до Читы на участке км 1045+500 – км 1061+000 (обход г. Канска), Красноярский край)*

При подготовительных работах расчетным методом на основании проектных данных определяют бытовое давление от вышележащих слоев грунтов основания:

$$\sigma_{zo} = \gamma_{2a} h_{2a} + \gamma_{2б} h_{2б} + \gamma_{10} h_{10} + \gamma_{10a} h_{10a} = 1{,}47\times134 + 1{,}84\times210 + 1{,}92\times160+1 + 1{,}97\times1051=2{,}96 \text{ кгс/см}^2 ,$$

где

γ_i – плотность грунта;

h_i – толщина слоя.

Затем перед установкой штампа дно скважины зачистили двойной проходкой ковшевого бура буровой машины. Штамп был установлен в течение 30 мин после извлечения бура. Величину ступени нагружения штампа приняли с учетом требований ГОСТ 20276-2012 и рекомендаций Справочника «Основания и фундаменты мостов» в диапазоне от 1/10 до 1/5 от предполагаемой предельной нагрузки, в данном случае принимаем 6 ступеней, величина нагрузки одной ступени – 2,10 тс, нагрузка на грунт при штампе диаметром 276,5 мм составит 3,5 кгс/см^2. Вес штампа со штангой из труб, с учетом гидродомкрата ДУ 100П150, и металлических прокладок на ней составил 2,215 тс, что создавало напряжение в грунте под штампом 3,69 кгс/см^2 при диаметре опорной части 276,5 мм (площадью 600 см^2). Для измерения осадок штампа на независимой реперной системе под углом 120 ° были закреплены три прогибомера.

Результаты испытаний и их анализ

Вычисления упругих деформаций штанги (Л) выполняли в соответствии с законом Гука по формуле:

$$\Delta l = (N \cdot l_1 / E \cdot F_1) + (N \cdot l_2 / E \cdot F_2)\ , \qquad \textbf{(1)}$$

где

N – нагрузка на штамп, тс;

l_1 и l_2 – длины звеньев штанги из труб Ø530 мм (l_1 = 1930 см) и Ø325 мм (l_2 = 390 см);

$E = 2\times10^6$ – модуль упругости стали, кгс/см^2;

F_1 и F_2 – площади поперечного сечения нетто труб соответственно Ø530 мм (F_1 = 163,3 см^2) и Ø325 мм (F_2 = 89,3 см^2).

После преобразований формула **(1)** имеет следующий вид:

$$\Delta l = N \cdot ((l_1 \cdot F_2 + l_2 \cdot F_1) / E \cdot F_1 \cdot F_2)\ , \qquad \textbf{(2)}$$

Упругие деформации штанги при каждой ступени нагрузки вычисляются по зависимости:

$$\Delta l = N \cdot ((1930 \cdot 89{,}3 + 390 \cdot 163{,}3) / (2 \cdot 10^6 \cdot 163{,}3 \cdot 89{,}3)) = N \cdot 0{,}081\ мм\ .$$

Вычисления Δl для ступенчато возрастающих нагрузок и соответствующих им осадок грунта S под штампом представлены в табличной форме (**табл. 1**).

Таблица 1

Данные для вычисления упругих деформаций штанги

Номер ступени	*Нагрузка, N, на штамп, тс*	*Нагрузка на грунт, кгс/см²*	*Упругая деформация Δl, мм*	*Осадка штампа $S_ш$ по замерам, мм*	*Осадка грунта под штампом $S=S_ш-Δl$, мм*
0	0	3,69	0,00	0,00	0,00
1	2,10	7,19	0,17	3,11	2,94
2	4,20	10,69	0,34	7,84	7,50
3	6,30	14,19	0,51	16,16	15,65
4	8,40	17,69	0,68	27,00	26,32
5	10,50	21,19	0,85	39,97	39,12
6	12,60	24,69	1,02	58,40	57,38

По результатам вычислений в таблице, построен график *S = f(P)* осадок грунта под штампом (**рис. 3**) и график изменения осадки во времени (**рис. 4**).

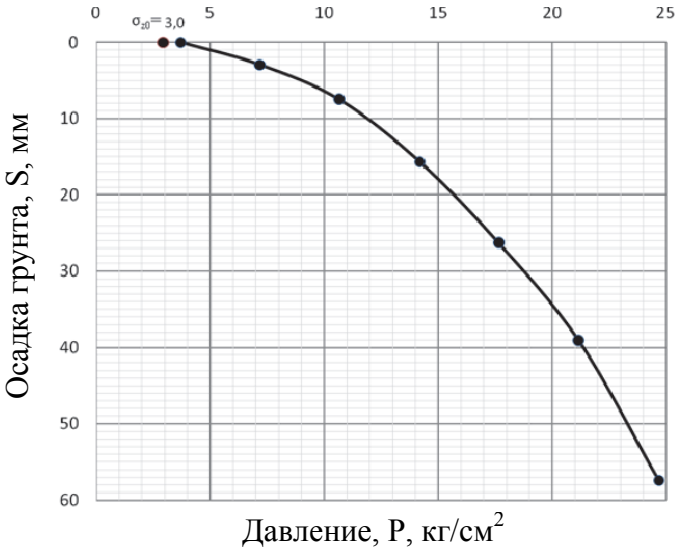


Рис. 3. График зависимости осадки грунта от давления S = f(P) для скважины под БНС № 1 опоры № 1 мостового перехода через р. Кан

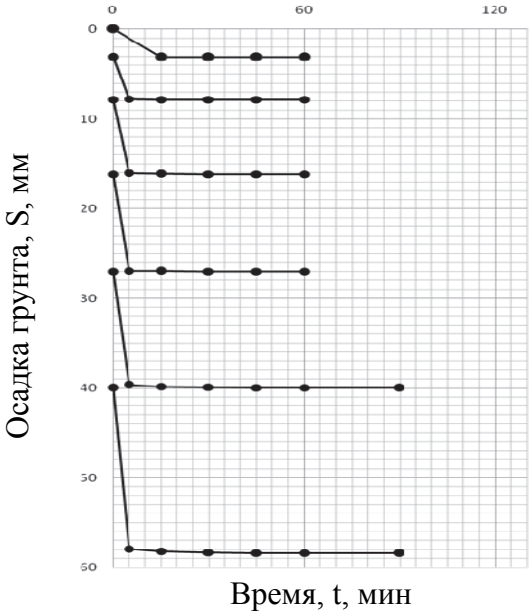


Рис. 4. График изменения осадки во времени по ступеням нагрузки для скважины под БНС № 1 опоры № 1 мостового перехода через р. Кан

По результатам испытаний пришли к следующему выводу: предельное сопротивление грунта основания – не менее 21,19 кгс/см^2; несущая способность грунта, предусмотренная проектом, обеспечена **[4]**.

При существующем методе оценки надежности фундаментной части мостов неотъемлемой частью исследования является контроль сплошности бетона. Определение проводят ультразвуковыми методами, одним из приборов для таких измерений является «Пульсар 2.2 ДБС».

Для испытаний БНС на всю ее длину обустраивают каркас двумя стальными трубами диаметром, как правило, 57 мм, на диаметрально противоположных его стенках. Для обеспечения акустического контакта ультразвуковых датчиков с бетоном БНС трубы заполняют водой. Замеры скоростей прохождения ультразвуковых импульсов и ориентировочной оценки прочности БНС производят в горизонтальных плоскостях с шагом 0,5 м **[5]**.

Данный метод контроля достаточно трудоемок, длителен по времени и не автоматизирован. Поэтому в настоящее время для определения несущей способности свай более широкое применение находят испытания по методу ЭЛДИ, нивелирующему недостатки статических и динамических методов испытаний и методов определения де-

формативности грунтовых оснований. Данные испытания проводятся ударной нагрузкой, в то же время они основаны на теории распространения упругой волны в одноосном стержне, находящемся в квазиупругой среде, сложенной реальными грунтовыми напластованиями, прорезаемыми испытываемым столбом. Волна инициируется приложением к голове столба соответствующей ударной нагрузки. Сигналы, поступающие от измерительных приборов во время прохождения ударной волны, обрабатываются по специальным программам и представляются на ЭВМ в виде искомой информации о несущей способности бурового столба. Испытания проводятся без нанесения ущерба работоспособности, прочности и несущей способности свай по специальным программам, утверждаемым в установленном порядке. Динамические испытания по методу ЭЛДИ являются основными по объему получаемой информации. Статические испытания по методу ЭЛДИ носят вспомогательный характер, выполняются только для корреляции (калибровки) результатов, получаемых при динамических испытаниях в заданных группах свай, погруженных в грунты с достаточно близкими (идентичными) физико-механическими свойствами **[6]**.

На практике статические или динамические испытания фундаментов мостов проводят по специальному заданию надзора за строительством, данный вид можно отнести к специальным обследованиям – определение несущей способности фундамента на стадии строительства.

Испытания динамической нагрузкой по методу ЭЛДИ позволяют получить достаточно достоверную картину поведения сваи в грунте и не требуют дополнительных исследований для принятия решения по дальнейшему использованию фундамента. Данный метод на сегодняшний день имеет существенный недостаток – это высокая стоимость, которая, очевидно, складывается из-за отсутствия конкуренции на рынке в данной сфере.

Практическое применение метод ЭЛДИ получил и на вышеуказанном объекте – мост через р. Кан. При производстве работ по устройству фундаментной части из буровых свай с уширением возникли трудности разработки грунта буровым станком в связи с обнаружением прослойки скального грунта. Было принято решение устраивать буронабивные сваи выше проектной отметки при условии подтверждения несущей способности свай.

Динамические испытания проводились ООО «Нормативно-Испытательный центр «Мосты», г. Москва.

В программе испытаний были изложены основные положения методики проведения испытаний буровых столбов, порядок проведения испытаний и оценки полученных результатов. Целью данной работы

являлось определение предельного сопротивления столбов вдавливанию по грунту (несущей способности по грунту), в том числе по боковой поверхности и по подошве.

Регистрирующая аппаратура по методу ЭЛДИ включает датчики: акселерометр (*Piezoresistive Accelerometer*), тензодатчик *(Strain Transducer)* и специализированный компьютер с эксклюзивным программным обеспечением фирмы PDA (США). Характеристики и технические параметры используемых приборов приведены в **табл. 2** и **3**.

Таблица 2

Характеристики приборов, использованных при испытаниях

№ п/п	Наименование измерительного прибора	Фиксируемый прибором параметр	Размещение измерительного прибора	Кол-во шт.
1	Акселерометр	Ускорение	Боковая поверхность столба	2
2	Тензодатчик	Относительные деформации в бетоне столба	То же	2

Таблица 3

Технические параметры приборов, использованных во время испытаний

№ п/п	Наименование измерительного прибора – параметр	Нормируемая величина
1	Акселерометр – диапазон линейной регистрации сигнала	1000 – 7500 Гц
2	Тензодатчик VW Strain Transducer – погрешность измерения относительных деформаций	$\pm 0{,}5 \times 10^{-6}$

Все датчики, используемые при проведении испытаний, прошли заводскую тарировку. Перед проведением испытаний датчики проходят проверку при помощи внутренней системы контроля, установленной в компьютере.

На каждый буровой столб устанавливается две пары датчиков, которые подключаются к регистрирующему компьютеру. После записи сигналов дальнейшая их обработка производилась в лабораторных условиях на стационарном компьютере с программным обеспечением CASE (фирма PDA, США).

Каждый испытываемый буровой столб фундамента промежуточной опоры № 5 был подготовлен для испытаний в соответствии со схемой, приведенной на **рис. 5**.

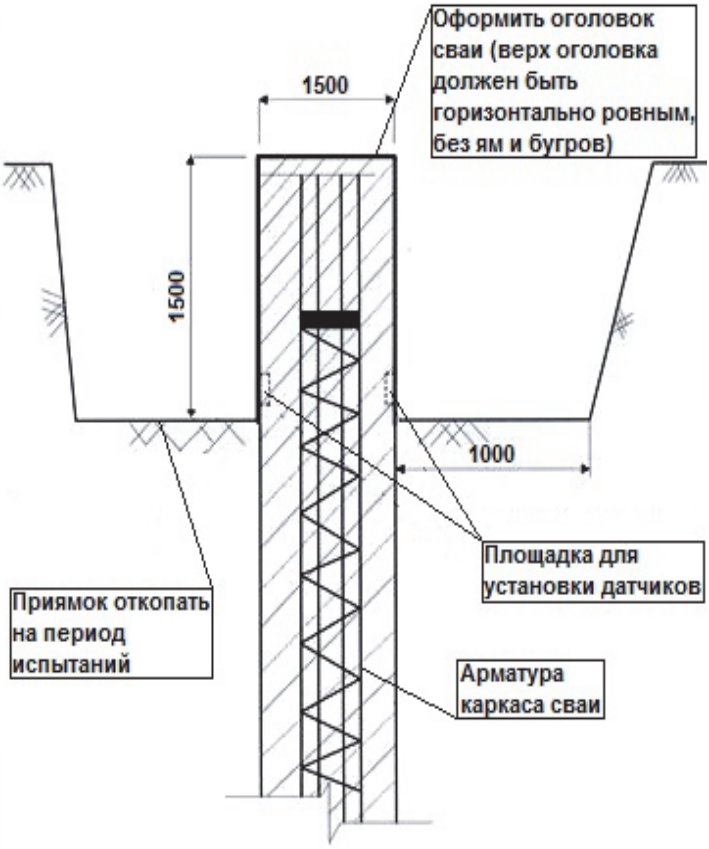


Рис. 5. Схема подготовки бурового столба для проведения испытаний методом ЭЛДИ
(размеры указаны в мм)

Поверхность оголовка столба была тщательно выровнена. На буровой столб устанавливается молот массой 10,0 т. Сброс молота осуществлялся краном грузоподъемностью 25 т свободным сбросом. На расстоянии двух диаметров столба (2400 мм) от верха столба были

подготовлены диаметрально расположенные площадки размером 200х200 мм для установки датчиков. Датчики закреплялись болтами, которые закручиваются в специальные стальные дюбели. Затем датчики соединяются кабелями с регистрирующим компьютером. Фотографии, иллюстрирующие процесс проведения испытаний приведены на **рис. 6-8**.

Так как работы проводились в котловане, устроенный тампонажный слой отделялся от основного бетона столба прокладкой из рубероида.

Проведение испытаний состояло из нескольких последовательно выполняемых циклов (**рис. 9**):

- подъем молота на необходимую высоту; высота подъема молота для каждого удара задается в зависимости от качества получаемых сигналов о прохождении ударной волны по стволу столба от предыдущего удара;
- сброс молота и передача энергии удара молота на столб (свободный сброс);
- регистрация величины осадки столба и сигналов, полученных от измерительных блоков; компьютерная обработка полученной информации; принятие оперативного решения о высоте подъема молота в очередном цикле.

Критерием завершения полевых испытаний является получение качественных и четких сигналов при приложении заданной динамической нагрузки.

Во время каждого удара регистрируется информация о следующем:

- сжимающих и растягивающих напряжениях в бетоне столба;
- сообщаемой столбу величине энергии удара;
- сопротивлении столба/грунта погружению;
- сопротивлении по подошве столба;
- максимальном ускорении;
- структурной целостности тела столба, осадке столба.

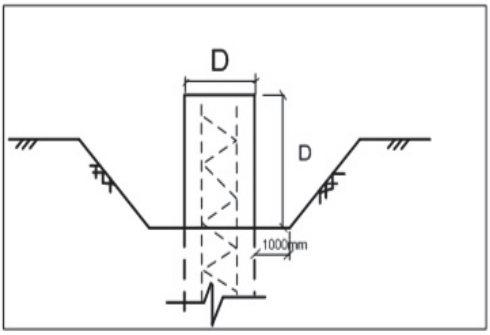
Вся эта информация записывается компьютером, обрабатывается и передается на дисплей для принятия оперативных решений об энергии удара.

Рис. 6. Подъем молота

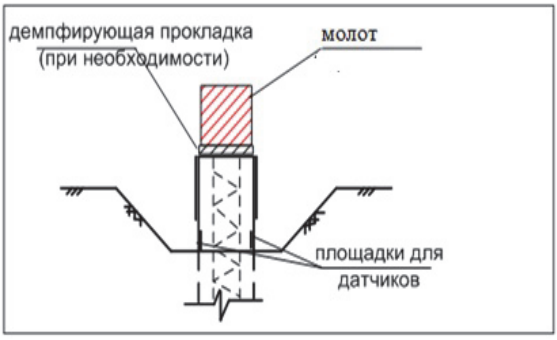
Рис. 7. Установка считывающих тензодатчиков на заданную высоту

Рис. 8. Специальный регистрирующий компьютер

1. Откопка сваи под испытания



2. Подготовка к испытаниям



3. Проведение испытаний

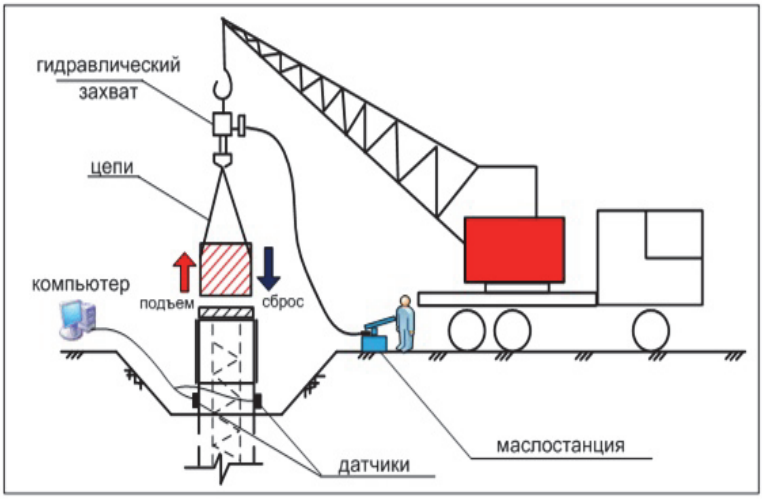


Рис. 9. Циклы проведения испытаний по методу ЭЛДИ

Результаты испытаний оформляются в цифровом и графическом виде, с определением следующих показателей **[7]**:

- несущей способности столба на сжатие по грунту с распределением по подошве и боковой поверхности;
- графика зависимости «*нагрузка – осадка*» для верха и подошвы столба, моделирующего испытание бурового столба статической вертикальной вдавливающей нагрузкой по ГОСТ 5686-2012;
- характеристик трения слоев грунта по боковой поверхности столба;
- максимального сжатия-растяжения материала столба во время прохождения ударной волны;
- качественных характеристик сплошности бетона по длине столба.

Данный метод объединяет описанные выше испытания – статические, динамические, а также методы определения сопротивляемости грунта в подошве сваи.

Продолжительность испытаний по методу ЭЛДИ составляет не более 30 мин, не считая подготовительного периода. Преимуществом данного испытания является скорость выполнения. Имеющееся программное обеспечение позволяет получить предварительный отчет по результатам испытаний непосредственно после их завершения, который содержит величину несущей способности сваи с разделением по боковой поверхности и по подошве, а также характеристику структурной целостности ствола связи.

Надежность – это комплексное свойство системы выполнять заданные функции, сохраняя эксплуатационные показатели в нормируемых пределах в течение заданного срока службы **[8]**. Надежность мостового сооружения в первую очередь зависит от качества используемых конструкций и материалов, а также возможных ошибок, допущенных в процессе проектирования, строительства и эксплуатации. Проведение динамических испытаний методом ЭЛДИ с получением информации о фактическом поведении свайного фундамента в грунте может стать дополнительным фактором, обеспечивающим в дальнейшем соответствие фактической надежности сооружения проектной. Реализация контрольных испытаний при строительстве, начиная с фундаментной части сооружений, позволяет нивелировать возможные допущенные ошибки в расчетах при проектировании, в технологических процессах при строительстве, что существенно снижает риски критического отказа мостов в процессе эксплуатации. Определяя фактическую несущую способность фундаментов, опор, пролетных строений путем проведения

специальных испытаний в процессе строительства возможно создание функциональной модели работоспособности сооружения в расчетный период эксплуатации с количественным определением восприятия допустимых нагрузок техногенного и антропогенного характера в процессе эксплуатации. Развертывание системы мониторинга состояния мостового сооружения на этапе строительства позволит в дальнейшем отслеживать динамику изменений от начального уровня, в том числе и с помощью систем непрерывного автоматизированного мониторинга напряженно-деформированного состояния сооружений. Таким образом, можно вывести управление состоянием мостов на новый уровень, обеспечив повышение надежности сооружений и безопасности движения по мостам.

ЛИТЕРАТУРА

1. *СП 11-105-97. Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть I. Общие правила производства работ. – Электрон. данные. – URL: https://meganorm.ru/Index2/1/4294851/4294851542.htm (дата обращения: 23.10.2019).*
2. *ГОСТ 5686-2012. Грунты. Методы полевых испытаний сваями. – М.:Стандартинформ, 2014. – 42 с.*
3. *ГОСТ 2076-2012. Грунты. Методы полевого определения характеристик прочности и деформируемости . – М.: Стандартинформ, 2013. – 49 с.*
4. *Заключение № 011-17 по результатам испытаний штампа грунтов в забое // ООО «Мостовая инспекция», г. Новосибирск, 2017.*
5. *Заключение № 3-19 по результатам ультразвуковых испытаний сплошности бетона свай // ООО «Мостовая инспекция», г. Новосибирск, 2019.*
6. *Методические рекомендации по проведению полевых испытаний свай методом ЭЛДИ // Научно – исследовательский институт транспортного строительства (ЦНИИС). – М., 2002.*
7. *Заключение № 1 по результатам испытания динамической (ударной) нагрузкой с использованием принципов волновой теории удара // ООО НИЦ «Мосты» – М., 2019.*

8. *ГОСТ 27.002-2015. Надежность в технике.. Термины и определения. – М.: Стандартинформ, 2016. – 23 с.*

L I T E R A T U R A

1. *SP 11-105-97. Inzhenerno-geologicheskie izyskaniya dlya stroitel'stva. Chast' I. Obshchie pravila proizvodstva rabot. – Elektron. dannye. – URL: https://meganorm.ru/Index2/1/4294851/4294851542.htm (data obrashcheniya: 23.10.2019).*
2. *GOST 5686-2012. Grunty. Metody polevyh ispytanij svayami. – M.:Standartinform, 2014. – 42 s.*
3. *GOST 2076-2012. Grunty. Metody polevogo opredeleniya harakteristik prochnosti i deformiruemosti. – M.: Standartinform, 2013. – 49 s.*
4. *Zaklyuchenie № 011-17 po rezul'tatam ispytanij shtampa gruntov v zaboe // OOO «Mostovaya inspekciya», g. Novosibirsk, 2017.*
5. *Zaklyuchenie № 3-19 po rezul'tatam ul'trazvukovyh ispytanij sploshnosti betona svaj // OOO «Mostovaya inspekciya», g. Novosibirsk, 2019.*
6. *Metodicheskie rekomendacii po provedeniyu polevyh ispytanij svaj metodom ELDI // Nauchno – issledovatel'skij institut transportnogo stroitel'stva (CNIIS). – M., 2002.*
7. *Zaklyuchenie № 1 po rezul'tatam ispytaniya dinamicheskoj (udarnoj) nagruzkoj s ispol'zovaniem principov volnovoj teo-rii udara // OOO NIC «Mosty» – M., 2019.*
8. *GOST 27.002-2015. Nadezhnost' v tekhnike.. Terminy i opredeleniya. – M.: Standartinform, 2016. – 23 s.*

ENSURING BRIDGE STRUCTURES RELIABILITY AT THE CONSTRUCTION STAGE

Ph. D. (Tech.), Associated Professor ***A.N. Yashnov***
(Siberian Transport University),
Engineer ***S.A. Lok***
(OOO «NIC «Mosty»),
Engineer ***A.V. Zubko***
(FKU Uprodor «Yenisey»)
Contact information: +7 (902)946-22-32;
Zubko_av@mail.ru

The methods for ensuring bridge structures reliability on federal highways of Russia are analyzed. The methods of special inspection (testing) of the foundation part when constructing the bridge over the Kan river in the Krasnoyarsk Region are described.
Key words: *bridge structures, monitoring, inspection, traffic safety, reliability.*

Рецензенты: канд. техн. наук М.И. Шейнцвит; заместитель начальника управления диагностики автомобильных дорог С.С. Тюник (ФАУ «РОСДОРНИИ»).
Статья поступила в редакцию: 23.10.2019 г.