

Находим угол поворота торцового сечения от внешней нагрузки и приравниваем его нулю.

$$\phi = \int_0^l (q \cdot X^2 / 2 - q \cdot L \cdot X / 2 + N \cdot e) dX = \quad (1)$$

$$= q \cdot L^3 / 3 - q \cdot L^2 / 4 + N \cdot e = 0,$$

где q – погонная расчетная нагрузка; N – продольное усилие в стержне; e – эксцентриситет приложения продольного усилия; L – расстоянием между точками опирания стержня на консольные опоры.

Из выражения (1) находим эксцентриситет, который равен:

$$e = \frac{q \cdot L^2}{12N}. \quad (2)$$

Расположение каждого из стержней верхнего пояса, на который опирается настил 3, относительно болтов 6 с обеспечивающим растяжение верхних волокон стержня эксцентриситетом, определяемым по выражению (2), позволяет уменьшить действующий изгибающий момент на указанные стержни верхнего пояса и исключить поворот их торцов вместе с вкручиваемыми в гайки стержней болтами, благодаря чему уменьшается требуемый момент сопротивления стержней и сечение болтов и отпадает необходимость, по сравнению с прототипом, в наличии упругих втулок и шайб, т.е. обеспечивается снижение материалоемкости структурного покрытия. Все вышеска-

занное позволяет рекомендовать разработанный узел к широкому применению.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Узел соединения полых стержней пространственного каркаса: пат. 2489 Респ. Беларусь, МПК 7 Е 04В 1/58 / В.И. Драган, А.А. Левчук, Н.Н. Шалобыта, В.Н. Пчелин В.Н.; заявитель УО "Брест. гос. техн. ун-т" (ВУ). – № у 20050458; заявл. 21.07.05; опубл. 28.02.06 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2006. – № 1. – С. 193.
2. Пространственный каркас: пат. 4543 Респ. Беларусь, МПК 7 Е 04В 1/58 / В.А.Мухин, В.И. Драган, А.В.Мигель, В.Н. Пчелин, В.В. Люстибер, М.А. Луговкой; заявитель УО "Брест. гос. техн. ун-т" (ВУ). – № у 20080017; заявл. 14.01.08; опубл. 30.08.08 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2008. – № 4. – С. 188.
3. Узел соединения верхнего пояса пространственного каркаса из полых стержней: пат. 5541 Респ. Беларусь, МПК 7 Е 04В 1/58 / В.И. Драган, В.Н. Пчелин, А.В. Мухин, О.С. Семенюк; заявитель УО "Брест. гос. техн. ун-т" (ВУ). – № у 20090163; заявл. 09.03.02; опубл. 30.08.09 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2009. – № 4. – С. 213.

Материал поступил в редакцию 02.02.12

DRAGAN V.I., PCHELIN V.N., YUSKOVICH V.I., YUSKOVICH G.I., SEMENIUK O.S. Development of a new node connecting rod design besprogonnyh structural slabs

Based on the nodes' BrGTU "(patent № 2489 and the Republic of Belarus № 4543) developed a new node (patent Belarus № 5541) besprogonno structural coverage by laying profiled sheeting to the upper belt of the rods, which are based on key elements of the console and mounted with eccentricity, reducing the operating on the rods bending moments and the exclusion of turning the ends of the rods. Using the proposed site to reduce material consumption by 10–15% coverage.

УДК 624.155.001.24/63

Чернюк В.П., Юськович В.И., Юськович Г.И., Шведовский П.В.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОБМАЗОК ПРИ ПОГРУЖЕНИИ ЗАБИВНЫХ СВАЙ В ГРУНТ

Введение. Для эффективного применения в строительстве свайных фундаментов необходим поиск путей снижения энергоёмкости погружения забивных свай и повышения их несущей способности. Этому требованию в определенной степени удовлетворяет использование обмазок из природных и искусственных материалов, промышленных отходов, а также применение эффективных механизмов и приспособлений для нанесения обмазок на поверхность свай в процессе их погружения в грунт.

В строительстве известно применение для снижения энергоёмкости и трудоёмкости погружения забивных свай в грунт обмазок из синтетических смол, глинистых паст, а также воды (гидроподмыв) [1–2].

Доля сопротивления трению грунта со сваей может достигать 30...50% и больше от общего сопротивления погружению в зависимости от длины, размеров поперечного сечения и конфигурации сваи. Поэтому использование обмазок из материалов, обладающих высокими антифрикционными свойствами, способностью к тиксотропным изменениям и низким сопротивлением сдвигу, может привести к ускорению процесса погружения, снижению затрат энергии на погружение и повышению несущей способности свай по грунту основания.

Практика использования обмазок и расчеты стоимости погружения свай показывают, что применение обмазок повышает стоимость их погружения весьма незначительно: на 0,2; 0,4; 1,2; 3,1; 6,2% соответственно при применении воды, пасты из бентонитовой глины, раствора полиакриламида, жидкого стекла и эпоксидной смолы, но при этом энергоёмкость погружения может быть снижена до 30%, что дает значительный экономический эффект, и на столько же процентов (за исключением воды) может быть повышена несущая способность свай по грунту основания в процессе эксплуатации, а также существенно уменьшено число разрушенных и деформированных свай.

Согласно последним исследованиям, в качестве обмазок могут применяться карбамидные, фурфуроланилиновые, полиакриламидные и эпоксидные смолы, а также тиксотропные глинистые пасты, цементные растворы и вода.

Так, например, в Бресте, при строительстве мостов через р. Мухавец по ул. 28 июля и по проспекту Республики использовалась вода при погружении свай и опор мостов путем подмыва.

Анализируя результаты исследований, можно отметить, что сваи с обмазками погружаются с меньшими затратами энергии, что заметно как по отдельным отказам, так и по общему характеру ходограмм погружения. При этом оказывается, что энергоёмкость (работа) погружения свай, поверхность которых обработана жидким стеклом, уменьшается на 18%, раствором полиакриламида (ПАА) – до 27%, бентонитовой пастой – до 32% и эпоксидной смолой (ЭС) – на 35%. Через 6 суток с момента погружения оказалось, что при обмазке свай жидким стеклом, их несущая способность по грунту основания существенно не повышалась, в то время как обмазка бентонитовой пастой, раствором ПАА и ЭС обусловили её увеличение на 27,4 и 23,7%.

Весьма эффективно, причем со значимым экономическим эффектом, погружение свай забивкой в тиксотропные рубашки, когда глинистая суспензия или цементный раствор подаются в зазор между сваями, имеющими выступы на боковой поверхности ствола, и грунтом. Энергоёмкость обмазанных таким образом свай снижается в 1,1...1,5 раза, хотя несколько и уменьшается несущая способность свай по грунту основания.

В этом направлении известно использование обмазок из глинистых паст и растворов в технологии опускных колодцев (так называемое погружение опускного колодца в тиксотропной рубашке), а также свай с использованием для подмыва воды (а.с. СССР №№ 779507, 779508, 881201, 887725, 891840, 947248, 962447, 1004630,

1032102, 1153010, патенты РБ №№ 1682, 3603, 10518 и др.), силикатных растворов (а.с. СССР №№ 1135843, 1458500), жидких цементно-песчаных растворов на основе самоупругающихся цементов (патент РБ №5228).

Авторами неоднократно на различных грунтах и в разнообразных производственных условиях проводились экспериментальные исследования эффективности использования обмазок для погружения забивных свай и установлению величины отказа свай при погружении в грунт. Результатом исследований явилась разработка методики расчета отказа свай [3–6].

Отказ свай, обмазанных антифрикционными материалами (растворами, пастами, смолами, водой), с учетом установленных переменных коэффициентов K и μ (K – повышающий коэффициент, учитывающий вид и свойства обмазок свай, μ – коэффициент отскока ударной части молота, учитывающий материал сваи и ударной части, высоту падения и соотношение масс соударяемых тел) можно определить по зависимости:

$$\delta = \frac{m_y \cdot g \cdot H \cdot (1 - \mu)}{F} \cdot \frac{m_y}{m + m_c + m_{наз}} \cdot K, \quad (1)$$

где m_y – масса ударной части молота; $m = (m_y + m_n)$ – полная масса молота; m_n – масса неподвижных частей молота; m_c – масса сваи; $m_{наз}$ – масса наголовника; H – высота падения ударной части молота; g – ускорение свободного падения; F – сопротивление грунта перемещению сваи, равное сумме сопротивлений под нижним концом сваи (сопротивление торца сваи) и по боковой поверхности (сопротивление сцеплению сваи с грунтом); μ – коэффициент отскока ударной части молота; K – коэффициент увеличения отказа обмазанных свай при погружении в грунт, определяемый по таблице 1.

На основании экспериментальных данных установлено, что высоту отскока можно описать зависимостью $h = \mu H$, где значения коэффициента отскока – $\mu = 0,3 \div 0,4$ [3].

Таблица 1. Коэффициенты увеличения отказа обмазанных свай (K) в связных грунтах

Вид обмазки	Значение коэффициента K
Вода	1,2–1,35
Цементные растворы	1,15–1,2
Глинистые (бентонитовые) пасты	1,4–1,45
Жидкое стекло	1,2–1,25
Синтетические смолы	1,35–1,4
Эпоксидные смолы	1,3–1,35

Одной из производственных проблем является трудоемкость нанесения обмазки на поверхность ствола свай, погружаемых в грунт. Для механизации процесса нанесения обмазки на поверхность свай авторами разработана установка (рис. 1), позволяющая исключить ручной труд, связанный с окраской или обмазкой ствола в подготовительный период перед погружением сваи в грунт.

Нанесение обмазки на поверхность сваи, погружаемой в грунт с помощью устройства, на которое вынесено положительное решение о выдаче патента РБ, производится следующим образом. Предварительно открывается вентиль 6 и по шлангу 7 через патрубок 5 в воронку уширения 3 объемом 0,2...0,3 м³ бункера 2 насосом 8 поддают под небольшим давлением (порядка 50...100 кПа) глинистую суспензию текучей консистенции. Прикладывая к оголовку сваи ударную нагрузку от трубчатого или штангового дизель-молота, смазанный ствол сваи через втулку инвентарного устройства длиной 0,25...0,5 м, устанавливаемую с образованием зазора 5...10 мм, погружается в грунт вплотную до проектной отметки.

Использование в качестве обмазки любого антифрикционного вещества, в том числе глинистых суспензий, обеспечивает снижение энергозатрат на погружение свай, а при применении определенных видов обмазок (эпоксидная смола, глинистая суспензия) обеспечивается и повышение несущей способности свай.

На основании экспериментальных исследований нами рекомендуются следующие технические характеристики глинистых суспензий: плотность, кг/м³ – 1050...1300; вязкость, с – 18...30; водоотдача за 30 минут, см³ – 30; суточный отстой, % – 4, которые являются, как показали данные экспериментов, оптимальными.

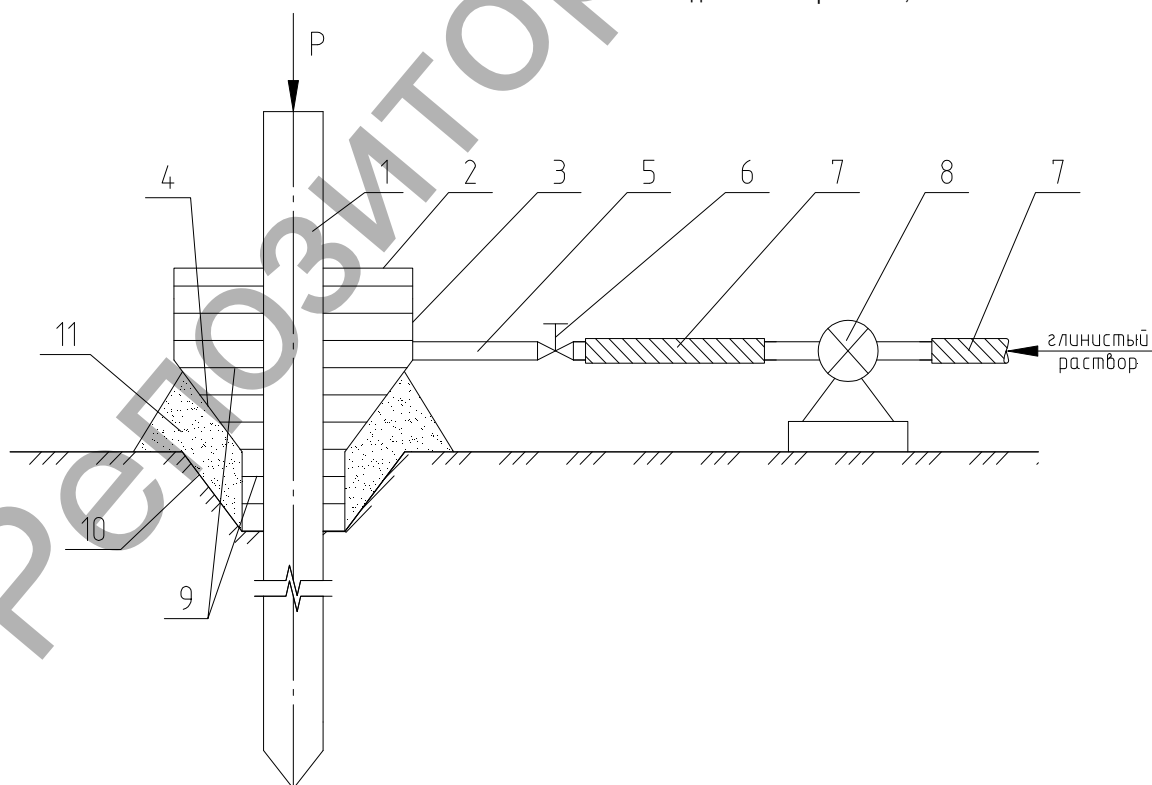


Рис. 1. Установка для механизированного нанесения обмазок на поверхность сваи: 1 – свая; 2 – бункер; 3, 4 – уширенная и коническая часть бункера; 5 – патрубок; 6 – задвижка; 7 – гибкие шланги; 8 – насос; 9 – глинистый раствор; 10 – приямок в грунте; 11 – грунт обвалования; P – ударная нагрузка

Расход глины для получения суспензии заданной плотности определяется по зависимости:

$$P = \frac{\rho_g \cdot (\rho - \rho_g)}{(\rho_g - \rho_g) \cdot (1 - 0,01w)},$$

где P – масса глины в кг на 1 м^3 суспензии; w – влажность глины, %; ρ_g , ρ , ρ_g – соответственно плотность глины, суспензии и воды, кг/м^3 . При необходимости изменения консистенции глинистой обмазки объем добавочной воды рекомендуется определять по зависимости:

$$\Delta V = V \times \frac{\rho_1 - \rho_2}{\rho_2 - \rho_g},$$

где ρ_1 , ρ_2 , ρ_g – соответственно плотности имеющейся и требуемой суспензий и воды, кг/м^3 ; V – объем корректируемого раствора, м^3 .

Установка для механизированного нанесения обмазок применима как в рыхлых, пористых и слабых грунтах, так и в грунтах средней плотности и прочности.

Преимущество установки состоит в ее инвентарности, дешевизне, простоте и безопасности эксплуатации.

Для ускорения процесса погружения свай кроме вышеописанной установки и способа по патенту РБ №7213 можно применять разработанный в УО «БрГТУ» наголовник (патент РБ №10518) для погружения свай гидравлическим способом путем подачи воды в зону контакта сваи с грунтом.

Заключение. Применение в практике обоснованных видов обмазок позволяет снизить энергоемкость погружения свай в грунт на 18–30% и увеличить их несущую способность по грунту основания, а с помощью разработанной установки механизировать обмазку, ис-

ключить трудоемкий ручной процесс и соответственно снизить стоимость работ.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Кречин, А.С. Ресурсосберегающие фундаменты на сельских стройках / А.С. Кречин, В.П. Чернюк, П.В. Шведовский, А.Т. Мальцев, Н.А. Мальцева. – Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1990 – 248 с.
2. Чернюк, В.П. Расчет, проектирование и устройство свайных фундаментов / В.П. Чернюк, П.С. Пойта. – Брест: Облтипография, 1998 – 216 с.
3. Чернюк, В.П. К расчету величины отказа забивных свай при погружении в грунт / В.П. Чернюк, В.А. Тимошук // Вестник Брестского государственного технического университета, №1. Строительство и архитектура. Научно-теоретический журнал. – Брест, 2003 – С. 120–121.
4. Чернюк, В.П. Определение величины отказа забивной сваи / В.П. Чернюк, В.Н. Пчелин, Г.И. Юськович, В.П. Щербач // Республиканский межведомственный сборник научных трудов. Вопросы строительства и архитектуры. – Минск: Вышэйшая школа, 1989. – Вып. 17. – С. 90–93.
5. Чернюк, В.П. Определение отказа забивных свай при погружении в грунт / В.П. Чернюк, П.В. Шведовский, В.Н. Пчелин, Г.И. Юськович, А.Т. Мальцев // Сборник научных трудов. Расчет конструкций и теплофизика зданий и сооружений АПК – М.: ЦНИИЭП Сельстрой, 1989. – С. 64–70.
6. Спиридонов, В.В. Определение величины погружения забивной сваи в грунт / В.В. Спиридонов, В.П. Чернюк, Г.И. Юськович, В.Н. Пчелин // Научно-технический информационный сборник. Передовой производственный опыт, рекомендуемый для внедрения в строительстве предприятий нефтяной и газовой промышленности. – М.: ВНИИПК Техоргнефтегазстрой, 1989. – Вып. 7. – С. 23–27.

Материал поступил в редакцию 06.02.12

CHARNIUK V.P., YUSKOVICH V.I., YUSKOVICH G.I., SHVEDOVSKII P.V. The use of coatings in immersion driven piles into the ground

Use in practice sound of coatings to reduce energy consumption of piling into the ground at 18-30% and increase the carrying capacity of the ground base, and with the help of plaster designed to mechanize the installation, eliminate time consuming manual process and thus reduce the cost of the work.

УДК 666.71/.72

Никитин В.И., Бацкель-Бжозовска Б.

ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ МОРОЗОСТОЙКОСТИ БЕТОНА

1. Введение. Вопросам изучения механизмов разрушающего действия замерзающей в порах материала воды и разработке методов определения морозостойкости бетона и других строительных материалов посвящено много научных публикаций. Однако до настоящего времени в странах Объединенной Европы и не только нет единой методики и критериев оценки морозостойкости бетонов.

Европейской нормой EN206-1 [1] и идентичной Польской нормой PN-EN206-1:2003 [2] не предусматривается исследование морозостойкости бетона и считается, что долговечность бетонных конструкций будет обеспечена, если выполнены требования по граничным значениям состава и свойств бетона с учетом четырех классов экспозиции XF1, XF2, XF3 и XF4, описывающих степень агрессивного воздействия замораживания и оттаивания в различных условиях эксплуатации.

В некоторых странах Европы (Австрия, Дания, Швеция и др.) EN206-1 дополнена национальными нормами, предусматривающими испытания бетона на морозостойкость. Действующая в Польше от июня 2007 года норма PKN-CEN/TS12390-9:2007 [3] дополняет норму PN-EN206-1:2003 и предусматривает испытания бетона на циклические воздействия отрицательных температур. При проведении этих испытаний рекомендуется использовать три методики, в которых показателем морозостойкости бетона является значение утраты

массы с поверхности образцов в результате шелушения после 56 циклов замораживания и оттаивания Δm_{56} .

Сравнение трех рекомендованных методик показало, что утрата массы в одной из них измеряется в процентах (*Cube test*), а в двух остальных – в кг/м^2 (*Stab test*, *CF/CDF test*). Кроме того, существуют различия в размерах образцов, условиях их подготовки перед замораживанием и условиях самого замораживания.

К сожалению, авторами нормы PKN-CEN/TS12390-9:2007 не даются ясных критериев оценки морозостойкости бетона по каждой из рекомендованных методик. Только для бетонов, используемых в дорожных покрытиях, даются граничные значения утраты массы в кг/м^2 , с помощью которых они относятся к одной из трех категорий морозостойкости. При этом для бетонов, отнесенных к высокой категории качества, должно выполняться условие:

$$\Delta m_{56} / \Delta m_{28} \leq 2. \quad (1)$$

Однако не оговаривается, по какому из трех рекомендованных методов определяются значения утраты массы.

Не трудно предположить, что в связи с различиями в условиях испытаний и способов оценки поверхностной деструкции, рекомендованные методы дадут различные результаты, использование которых может привести к неоднозначным выводам.

Никитин Вадим Иванович, доктор технических наук, профессор Государственной высшей школы в Бялэй Подляске, Польша.

Бацкель-Бжозовска Беата, кандидат технических наук Политехники Белостоцкой, Польша.