

CHARNIUK V.P., SIEMJENIUK S.M. Determination of the refusal rate of the driven pile soil penetration

According to the laws of classical mechanics when the three bodies are freely colliding – the hammer drilling weight, the pile weight with allowance for the cap weight, the weight of the hammer fixed part and the soil array, – determination of the refusal rate of the driven pile soil penetration is evaluated by means of a classical method. The experimental evidence, dependencies and the examples of calculation are stated.

УДК 69.057.4 (088.8)

Драган В.И., Пчелин В.Н., Юськович В.И., Семенюк О.С.

РАЗРАБОТКА НОВОЙ КОНСТРУКЦИИ УЗЛА СОЕДИНЕНИЯ СТЕРЖНЕЙ БЕСПРОГОННЫХ СТРУКТУРНЫХ ПЛИТ

Структурные плиты представляют собой пространственно-стержневые конструкции, состоящие из верхней и нижней поясных сеток, соединенных между собой раскосной решеткой.

Структурные конструкции являются типичным примером пространственной стержневой системы.

К преимуществам структурных конструкций относится:

- архитектурная выразительность и гибкость применения для зданий различного назначения с возможностью перекрывать большие пролеты;
- пространственность работы системы и повышенная надежность от разрушений;
- снижение строительной высоты покрытия (перекрытия) и облегчение ограждающих конструкций кровли благодаря частой сетке узлов;
- удобство проектирования линий подвешеного транспорта и подвесных потолков, возможность свободной расстановки оборудования;
- максимальная унификация узлов и стержневых элементов, при этом имеется возможность поточного изготовления на высокопроизводительных технологических линиях;
- снижение затрат на транспорт и возможность доставки в отдаленные и труднодоступные места;
- возможность использования современных методов монтажа (сборки на земле и подъема покрытия крупными блоками).

В практике строительства применяются болтовые, сварные и комбинированные узловые соединения.

Характерным свойством комбинированных узлов соединений является то, что узел расчленяется на две группы деталей: первая приваривается в заводских условиях к концам соединяемых стержней, а вторая – это крепежные элементы: болты, гайки, шайбы, втулки, штифты.

Ярким представителем комбинированных узлов является разработанный в Брестском государственном техническом университете узел «БрГТУ», характеризующийся возможностью снижения точности изготовления, обеспечением включения в работу всех стержней структуры и простотой сборки [1]. Разработанный узел выполнен в виде полого шара с отверстиями в стенке и предназначен для соединения стержневых элементов в виде тонкостенных трубчатых профилей, оголовки которых снабжены жестко установленными в их полостях гайками. Со стороны полости шара через отверстия пропущены крепежные высокопрочные болты с силовой и стопорной гайками с возможностью вкручивания в специальные гайки полых стержней структуры. В проектом положении стопорная гайка стопорит специальную гайку относительно болта, а силовая гайка – болт относительно шара (рис. 1).

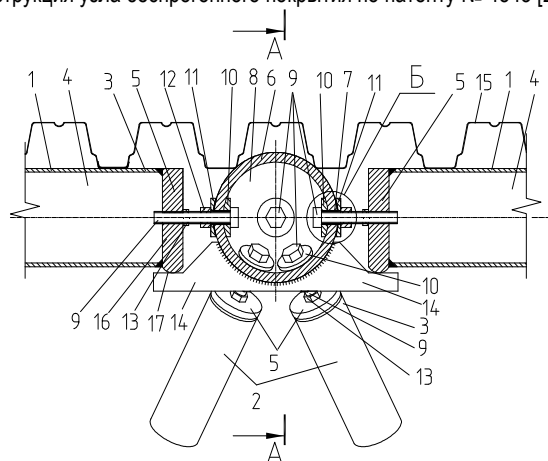
Эффективность узла «БрГТУ» подтверждается его успешным использованием при проектировании и строительстве ряда объектов: «Летний театр в г. Бресте»; «Ледовая арена в г. Пружаны, г. Кобрин, г. Лунинец, г. Малорита»; «Летний амфитеатр в г. Витебске», «Здание НОК» и т.д.

Однако при строительстве вышеуказанных объектов верхнее покрытие устраивалось по прогонам, опираемым через подкладные кольцевые шайбы на узлы верхнего пояса (рис. 1), что существенно увеличивает материалоемкость. Кроме того, необходимость установки прогонов обуславливает также повышенные трудозатраты на сборку пространственного каркаса.



Рис. 1. Общий вид элементов структурной плиты покрытия сцены летнего театра в Бресте с узлами «БрГТУ» по патенту РБ №2489 и уложенными по подкладным шайбам прогонами

Для снижения материалоемкости структурных покрытий и трудоемкости их сборки в БрГТУ разработана на основе узла «БрГТУ» конструкция узла беспрогонного покрытия по патенту № 4543 [2].



Пчелин Вячеслав Николаевич, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии строительного производства Брестского государственного технического университета.

Юськович Виталий Иванович, кандидат технических наук, заведующий кафедрой технологии строительного производства Брестского государственного технического университета.

Юськович Георгий Иванович, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии строительного производства Брестского государственного технического университета.

Семенюк Ольга Сергеевна, кандидат технических наук, студентка строительного факультета Брестского государственного технического университета

Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

Строительство и архитектура

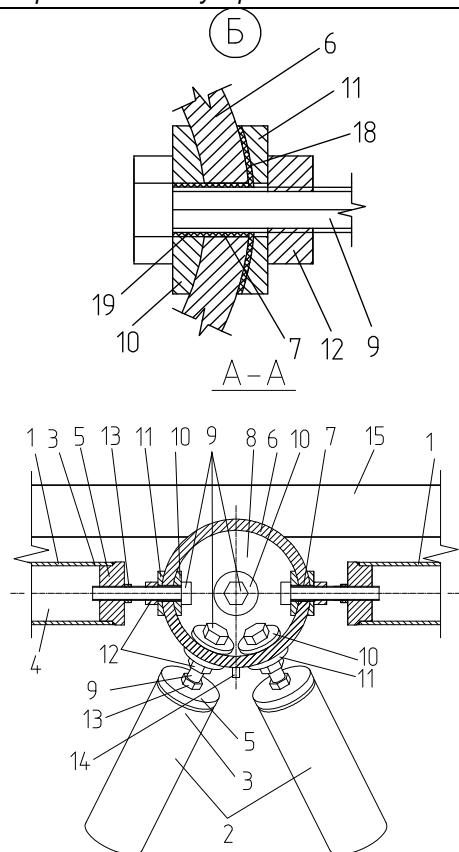


Рис. 2. Схема узла беспрогонного структурного покрытия по патенту №4543: 1 – стержни поясов; 2 – стержни раскосов; 3 – оголовки стержней; 4 – полости стержней; 5 – гайки; 6 – полый шар; 7 – отверстия; 8 – полость шара; 9 – крепежные болты; 10 – внутренние шайбы; 11 – наружные шайбы; 12 – силовые гайки; 13 – стопорные гайки; 14 – консольные опоры; 15 – настил; 16 – опорные фланцы; 17 – закругленные торцы; 18 – упругие прокладки; 19 – упругие втулки

Каждый из полых шаров верхнего пояса снабжен консольными опорами, жестко прикрепленными к полу шару с возможностью опирания на них расположенных перпендикулярно направлению укладки настила (например, профилированного) стержней верхнего пояса, гайки которых выполнены в виде прикрепленных к торцам опорных фланцев с закругленными нижними торцами, взаимодействующими с консольными опорами (рис. 2). Консольные опоры воспринимают поперечные силы, передаваемые от настила на стержни. Выполнение нижних торцов закругленными обеспечивает свободный поворот стержней при восприятии ими нагрузок, передаваемых от настила.

Вкручиваемые в выполненные в виде опорных фланцев гайки болты снабжены одетыми на них упругими (фторопластовыми, тефлоновыми и т.д.) прокладками толщиной 1 мм и втулками, причем прокладки расположены между наружными шайбами и полым шаром, а втулки монтированы в отверстиях полых шаров между прокладками и внутренней шайбой. Благодаря наличию упругих прокладок и втулок обеспечивается возможность поворота болтов вместе со стержнями при передаче на них нагрузки от настила.

Опираемые на консольные опоры стержни верхнего пояса целесообразно выполнять с развитым поперечным сечением в вертикальной плоскости, например, с замкнутым коробчатым профилем и т.д.

При сборке структурного покрытия вначале собирается нижний пояс пространственного каркаса из стержней нижнего пояса и узлов с узловыми элементами в виде полых шаров. Затем монтируются стержни раскосов и узлы верхнего пояса. На заключительном этапе монтируются стержни верхнего пояса с их опиранием на консольные опоры и укладывается настил.

Опираемые на расположенные перпендикулярно направлению его укладки стержни верхнего пояса, которые, в свою очередь, опираются на консольные опоры узловых элементов смежных узлов позволяет снизить материалоемкость пространственного каркаса и трудозатраты на сборку узлов, так из конструкции простран-

ственного каркаса исключаются прогоны и отпадает необходимость в применении специальных поддерживающих устройств при установке стержней верхнего пояса.

Однако соосное расположение стержней верхнего пояса, на которые опирается настил, и болтов узла определяет наличие значительных изгибающих моментов, действующих на указанные стержни, и углов поворота торцов стержней вместе с вкручиваемыми в гайки стержней болтами, что приводит к необходимости увеличения момента сопротивления стержней и сечения болтов, т. е. к повышению материалоемкости структурной плиты.

Для устранения указанных недостатков разработана новая усовершенствованная конструкция, защищенная патентом РБ № 5541, представленная на рис. 3 [3].

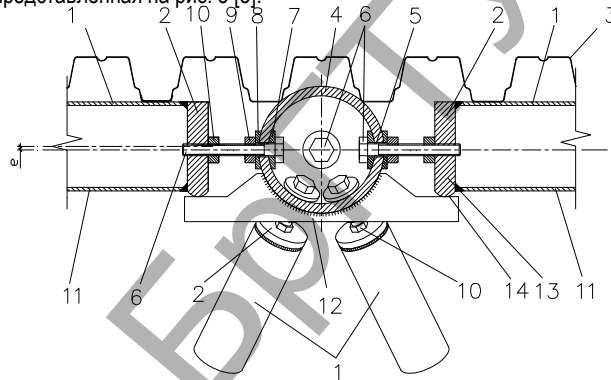


Рис. 3. Схема узла беспрогонного структурного покрытия со стержнями верхнего пояса, расположенными с эксцентриситетом относительно болтов по патенту РБ № 5541: 1 – полые стержни; 2 – гайки; 3 – настил; 4 – полый шар; 5 – отверстия; 6 – крепежные болты; 7 – внутренние шайбы; 8 – наружные шайбы; 9 – силовые гайки; 10 – стопорные гайки; 11 – стержни верхнего пояса, на которые опирается настил; 12 – консольные опоры; 13 – опорные фланцы; 14 – закругленные торцы

Особенностью разработанной конструкции является то, что каждый из стержней верхнего пояса, на который опирается настил, расположен относительно болтов с обеспечивающим растяжение верхних волокон стержня эксцентриситетом e .

Для определения величины эксцентриситета строим эпюры изгибающих моментов от внешней равномерно распределенной нагрузки M_q , действующей на стержень продольной силы M_N и единичного момента M_1 в сечении, совпадающем с торцом стержня (рис. 4).

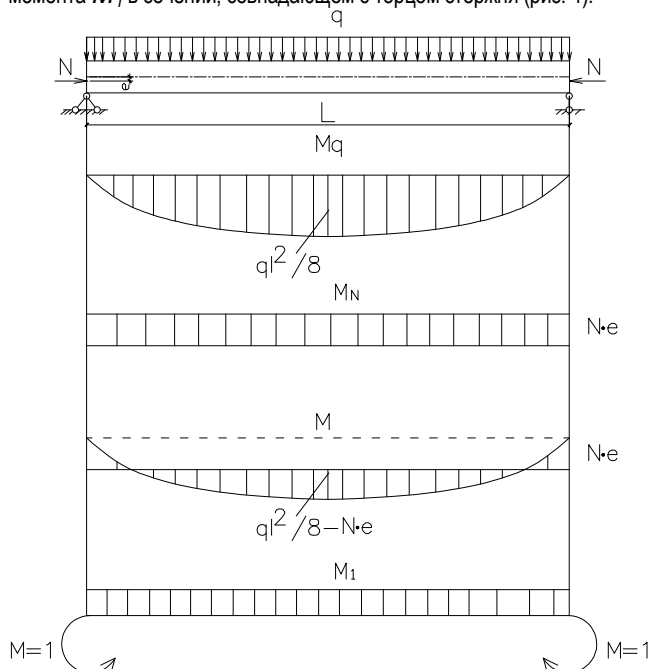


Рис. 4. Эпюры изгибающих моментов от внешней нагрузки и единичного момента

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

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

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

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:

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

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 сечению 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,