

УДК 674.012.45.042

ПУСТОТНЫЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ ПЛИТЫ С МОДИФИЦИРОВАННЫМИ МОНТАЖНЫМИ ПЕТЛЯМИ

*канд. техн. наук, доц. В.Д. ГРИНЁВ, канд. техн. наук, доц. Ю.В. ПОПКОВ, А.И. ГИЛЬ
(Полоцкий государственный университет)*

Рассмотрены проблемы монтажа и перевозки многопустотных плит, изготовленных по технологии безопалубочного формования на средних стендах. Показаны существующие методы монтажа данного вида плит, а также пример устройства монтажных петель в плитах, выпускаемых по технологии «Тэнсиланд». Предложен и описан вариант устройства модифицированных монтажных петель на основании ранее полученных результатов проведённых испытаний. Проанализирована и оценена совместная работа бетона и петли при приложении нагрузки. Определены факторы эффективности предполагаемого решения устройства монтажных петель. Сделаны выводы о возможности и необходимости устройства петель по данной технологии.

Введение. Расчёт железобетонных конструкций на нагрузки, возникающие при распалубке, погрузочно-разгрузочных и монтажных работах выполняют с учётом коэффициента динамичности и усилия обжата. Расчётные схемы представляют собой балки с консолями. В месте расположения петель возникают надпорные моменты, требуется дополнительное армирование этих зон. Смещение монтажных петель к торцам уменьшает до нуля значение надпорных моментов, незначительно увеличивает пролётные моменты. Места установки монтажных петель действующими нормами фактически не регламентируются. Исключения составляют рекомендации ЦНИИЭПжилища [3].

Идея переноса монтажных петель была высказана ранее и осуществлена НИИЖБом. Разработан и внедрён проект ребристых плит, где закладные детали и монтажные петли совмещены и расположены в торцах плит. Расчёт монтажных петель как одного из вида строповочных устройств в основном ограничивается расчётом самой петли. При этом принимается, что петля работает на центральное растяжение, зачастую не учитывается сложное напряжённо-деформированное состояние петли (анкера) и бетона в массиве конструкции, влияние преднапряжения и угла наклона строп к поверхности изделия. Особенности расчёта также зависят от вида конструкции и технологии её изготовления.

С этой точки зрения особый интерес представляют пустотные плиты, изготавливающиеся по безопалубочной технологии, которые стали широко применяться в Республике Беларусь.

Особенности технологии изготовления плит безопалубочного формования. В зарубежной строительной практике находят все большее применение пустотные преднапряжённые плиты, изготавливаемые на средних стендах длиной 80...150 м. Технология изготовления экструдерная (безопалубочная) с использованием лишь проволочной и канатной преднапряжённой арматуры. При этом лента отформованного изделия на всю длину стенда разрезается на изделия требуемой для заказчика длины и подаётся на склад готовой продукции.

В Беларуси технология безопалубочного формования «Max Roth» впервые была внедрена в 80-х годах прошлого века в Минской области. В последние годы схожие технологии, а также их модернизации, внедрились в Минске на ОАО «Минскстройконструкция», Барановичах, в Ивацевичах на ОАО «Ивацевичский завод ЖБИ», Гомеле на ОАО «Гомельжелезобетон» на итальянской линии «Weiler Italia». В Новополоцке на ПРУП «Новополоцкжелезобетон» применяется технология безопалубочного формования «Тэнсиланд».

При освоении технологии и использовании плит в строительстве возникли проблемы, связанные с отсутствием в строительных трестах необходимых для перевозки и монтажа грузозахватных устройств. Эти проблемы привели к тому, что добавилась одна технологическая цепочка – устройство монтажных петель для заказчиков, не обладающих собственными захватными устройствами.

Нормы проектирования СНиП II-22-81 предусматривают усиление плит в торцах в зоне опирания стен путём заполнения пустот на опорах бетоном либо бетонными вкладышами [4, п. 6.44, 6.45]. Существующие строповочные устройства условно можно разделить на следующие группы:

- строповочные петли различной формы;
- фрикционные захваты, работающие за счёт сил трения;
- опорные захваты, работа которых основана на механическом зацеплении (опирании) неровностей на поверхности изделия с элементами захвата;
- разнообразные захватные устройства для строительных изделий с внутренней полостью [5];
- использование монтажных болтов;
- клиновые захваты, действующие с учётом сил трения с механическим зацеплением.

Для подъёма плит длиной 7,2...20 м рекомендуется использовать дополнительные траверсы. Рассмотрим технологию подъёма и монтажа плит с помощью таких траверс на Новополоцком ПРУП «Новополоцкжелезобетон». Сегодня предприятие обладает специальным оборудованием для подъёма много-

пустотных плит без петель. Для этого используют специальные захваты. Наиболее распространен захват 791170-10.00.000, представленный на рисунке 1. Данный захват представляет собой траверсу с двумя ползунами с фиксаторами и двумя клещевыми захватами одинаковой конструкции. Особенностью является то, что в конструкции клещевых захватов предусмотрены длинные захватывающие зубья, сечение которых соответствует профилю перемещаемых плит перекрытия. Для подъема плиты захват наводят на плиту таким образом, чтобы ось траверсы совпала с осью симметрии плиты. Затем захваты опускают так, что они свободно ложатся на плиту в раскрытом состоянии; зубья клещевых захватов попадают в соответствующие пазы на торцах плиты, происходит её захват и осуществляется подъем. При перемещении плит на значительные расстояния рекомендуется применять страховочные цепи (стропы цепные). Данными захватами можно перемещать плиты от 3000 до 9000 мм, массой 5 тонн. Однако на строительной площадке в большинстве случаев такие захваты отсутствуют. В этом случае на предприятии применяется технология установки в плиты дополнительных замкнутых петель треугольной формы [8] (рис. 2).

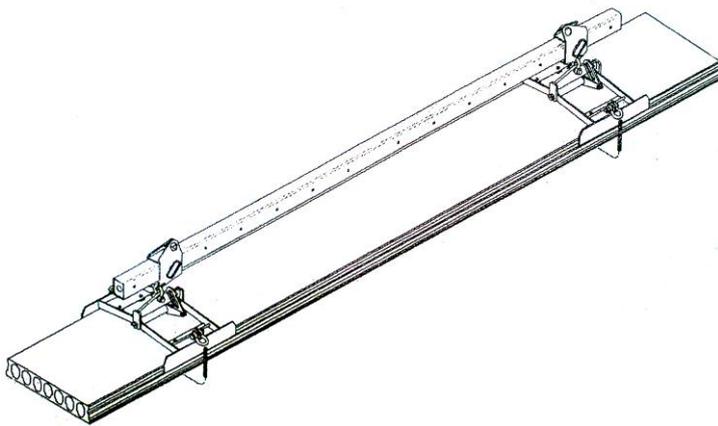
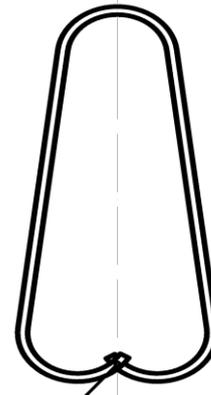


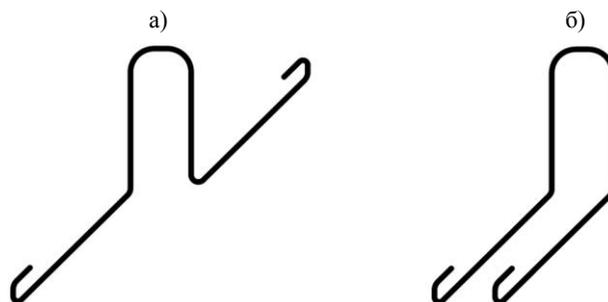
Рис. 1. Захват 791170-10.00.000

Рис. 2. Модифицированная монтажная петля
точечная контактная сварка

Установка петель включает следующие операции:

- после начала формовки дорожки, при прохождении около 5...6 м, необходимо отступить не менее 500 мм от начала дорожки, наметив начало первой плиты (место первого разреза);
- отступив от начала плиты 500 мм наметить первую ось установки петель во вторых от боковой поверхности пустотах;
- отметить длину изготавливаемой плиты;
- отступить от конца плиты 500 мм и наметить вторую ось установки петель во вторых от боковой поверхности пустотах;
- разметить относительно оси петель и оси пустот проёмы размером 250×60 мм, обрушив внутренний свод пустоты в месте проёма;
- установить металлические пластины-ограничители в торцевые части проёма для ограничения растекания бетонной смеси при заделке петель;
- установить петли в отверстие продольно, после чего развернуть их поперёк;
- уложить бетонную смесь при помощи мастерка в проём, произвести штыкование смеси и выравнивание верхней поверхности.

Существуют и другие варианты конструирования строповочного узла с установкой традиционных монтажных петель в пустоты плиты. Известны монтажные петли, применяемые в пустотных плитах следующих видов: с разносторонними и односторонними анкерами [5; 6] (рис. 3).

Рис. 3. Внешний вид монтажных петель:
а) – с разносторонними анкерами; б) – с односторонними анкерами

Анализ исследований. В работе [6] приведены результаты испытаний плит на монтажные усилия с использованием петель в торцах плит. В СТБ 17 26-2007 [1] (прил. Б) фактически отсутствует схема испытаний строповочных петель с наклонно приложенным усилием, которое легко создать путём поэтапного пригруза испытываемых плит, поднимаемых с наклонно расположенными стропами.

Результаты испытаний свидетельствуют о значительном запасе прочности монтажных узлов. Суммарная нагрузка при испытании (с учётом собственного веса) в 3,55 раза превысила нагрузку от собственного веса, что соответствует соблюдению требований [1, п. 8.1], так как $3,55 > 3,0$. Повреждения развивались вдоль продольных рёбер от торцов к середине панелей. Монтажные петли заанкерывались в продольных рёбрах шириной примерно 40 мм. Применение петель с разносторонними анкерами согласно углу наклона строп создаёт неравномерный механизм работы каждой петли.

Анализируя полученные результаты, пришли к выводу о возможности устройства монтажных петель с односторонними анкерами для плит по безопалубочной технологии изготовления и их размещении в крайних пустотах в торцах изделий (рис. 4).

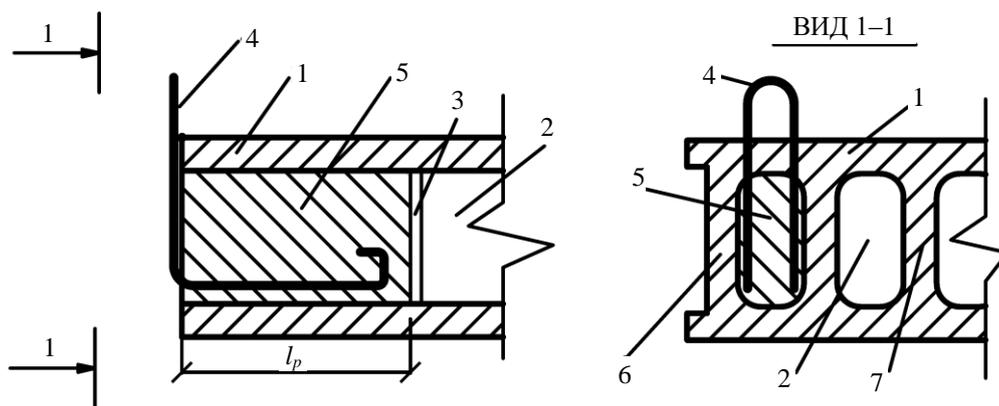


Рис. 4. Схема установки петли с односторонними анкерами:

1 – пустотная плита; 2 – пустота (канал); 3 – перегородка; 4 – петля с односторонними анкерами; 5 – монолитный бетон; 6 – крайнее ребро; 7 – среднее ребро

Бетон в пустоты может подаваться сверху со вскрытием бетона над пустотой либо заполняться сбоку, аналогично устройству бетонных шпонок в конструкции монолитного ригеля сборно-монолитного каркаса. Анализ схемы на рисунке 2 даёт возможность предварительно оценить совместную работу бетона и петли при приложении к ней нагрузки от стропы:

- бетонный цилиндр длиной l_p работает совместно с примыкающими к нему рёбрами благодаря сцеплению (склеивание, механическое зацепление, трение) по цилиндрической поверхности для круглых пустот;

- бетонный цилиндр при загрузке оказывается сжатым, происходит его расширение в поперечном направлении, трение увеличивается;

- длина анкерки $l_p \approx 20d$ принята ориентировочно, как для растянутого бетона [7], хотя в цилиндре будет трёхосное внецентренное сжатие и $l_p \approx 10d$.

В приведенных предпосылках не учитывается влияние преднапряжения на обжимаемый бетон.

Эффективность применения модифицированных петель. Эффективность предлагаемого решения складывается из учёта следующих факторов:

- на участке $l_p \times b_f$ (см. рис. 4) из-за устройства бетонного заполнителя увеличивается площадь приведённого сечения, т. е. жёсткость и прочность по наклонным сечениям;

- на каждой плите количество заполняемых пустот уменьшается на 4 шт., что частично снизит трудоёмкость;

- в связи с возможным уменьшением опорного момента в местах расположения петель вплоть до нуля снизятся требования по армированию от воздействия надпорных моментов, в результате чего возможно снижение расхода напрягаемой арматуры A'_{sp} ;

- уменьшается расход арматуры, идущей на изготовление связей (анкерки) плит между собой и с каменной кладкой.

Заключение. В результате проведенного исследования предложена конструкция железобетонных преднапрягаемых плит с модифицированными петлями. Устройство петель в торцах плит более эффективно, нежели применяемые технологии с устройством петель на удалении от торцов.

Проанализирован механизм совместной работы бетонных монолитных вставок со сжатым бетоном. Для уточнения характера разрушения монтажной петли и рабочего сечения бетона следует продолжить работу и выполнить дополнительные исследования.

Использование предлагаемого решения расширит возможность более широкого применения плит безопалубочного формования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Строповочные устройства. Методы испытаний нагружением. Правила оценки прочности: СТБ 1726-2007 / Госстандарт. – Минск, 2007.
2. Рак, Н.А. Исследование узлов безпетлевой строповки железобетонных многопустотных плит / Н.А. Рак, С.Б. Щербак // Строительство и архитектура. Вестн. Брестск. гос. техн. ун-та. Перспективы развития новых технологий в строительстве и подготовке инженерных кадров Республики Беларусь: материалы XI междунар. науч.-метод. межвуз. семинара. Ч. 1. – Брест, 2004. – С. 135 – 141.
3. Пособие по проектированию жилых зданий. – М.: ЦНИИЭПЖилища Госкомархитектуры, 1989. – Вып. 3: Конструкции зданий (к СНиП 2.08-85).
4. Каменные и армокаменные конструкции: СНиП II-22-81. – М.: Госстрой России ГУП ЦПП, 1999.
5. Многопустотное строительное изделие и способ его изготовления: а. с. № 2313639 РФ / О.В. Деготьков, А.Н. Кривчиков, 2007.
6. Гринёв, В.Д. Работа пустотных плит с модифицированными монтажными петлями / В.Д. Гринёв, А.И. Сулима, В.А. Шилов // Совершенствование железобетонных конструкций, оценка их состояния и усиление: сб. материалов науч.-техн. конф. – Минск: УП «Технопроект», 2001. – С. 52 – 59.
7. Бетонные и железобетонные конструкции: СНБ 5.03-01-02 / М-во архит. и стр-ва Респ. Беларусь. – Минск, 2003.
8. Шашин, А.С. Замкнутые монтажные петли в изделиях из тяжёлых бетонов / А.С. Шашин, Н.Н. Калинин, Б.Р. Минкин // Бетон и железобетон. – 1986. – № 9. – С. 5 – 7.

Поступила 18.11.2011

HOLLOW FERRO-CONCRET PLATE WITH MODIFY ASSEMBLY LOOPS

V. GRINEV, Y. POPKOV, A. HIL

The problems of installation and transportation of the multihollow plates made on technology without casing of formation at average stands are considered. The existent methods of installation of the given kind of plates, and also an example of the device of assembly loops in the plates, let out on technology "Tensiland" are shown. The kind of the device of the modified assembly loops on the basis before the received results of the spent tests is offered and described. Concrete and loop teamwork is analysed and appraised at the loading. The factors of efficiency of the prospective decision of the device of assembly loops are defined. Conclusions are drawn on possibility and necessity of the device of loops on the given technology.