

МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

**СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ  
ЕВРОПЕЙСКИХ СТАНДАРТОВ  
В ОБЛАСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА**

(г. Минск, БНТУ — 27-28.05.2014)

УДК 69.057.52:691-419

**ОЦЕНКА НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СОЕДИНЕНИЯ  
МЕТАЛЛИЧЕСКОГО ЗАМКА С ЭЛЕМЕНТАМИ  
НЕСЪЕМНОЙ ОПАЛУБКИ СТЕН ИЗ ЦЕМЕНТНО-  
СТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ**

*ЖУК В.В.*

Брестский государственный технический университет  
Брест, Беларусь

**Введение**

В настоящее время в Республике Беларусь налажено производство элементов несъемной опалубки с применением цементно-стружечных плит (ЦСП) по технологии австрийской фирмы VST Grup [4]. Сущность этой технологии заключается в том, что в качестве опалубки используются ЦСП, раскроенные и скрепленные специальными металлическими замками в заводских условиях и смонтированные на строительной площадке, в промежуточное пространство которых подается самоуплотняющийся бетон, образующий вместе с арматурными изделиями, установленными до соединения замков, и несъемной опалубкой каркас здания. Такая технология позволяет значительно уменьшить трудозатраты – на том же объеме, что сейчас выполняется традиционными методами строительства, задействуется в 4 раза меньше рабочих [1].

Наиболее ответственным изделием элементов несъемной опалубки является специальный металлический замок, состоящий из

двух профилей L240 (уголок) и одного профиля DS (распорка), изготовленных методом штамповки из тонколистовой стали. С помощью шурупов профили L240 с шагом 450 мм по высоте и 250 мм по ширине крепятся к цементно-стружечным плитам. После установки арматурных изделий в соответствии с исполнительной документацией и проверки комплектности обеих частей опалубки на специальном стенде производится процесс соединения замков (рис. 1).



Рис. 1. Фрагмент элемента несъемной опалубки стены из ЦСП

Целью настоящей работы являются экспериментальные исследования соединения металлического замка с элементами несъемной опалубки стен из ЦСП на действие кратковременной горизонтальной нагрузки, возникающей в процессе бетонирования конструкции.

#### **Характеристика объекта исследования**

Работа выполнялась в два этапа. На первом этапе было определено удельное сопротивление выдёргиванию шурупов из ЦСП с размерами  $b \times l \times \delta = 50 \times 50 \times 24$  мм. На втором этапе испытаниям кратковременной нагрузкой на растяжение (моделирование распорного действия бетонной смеси на щит опалубки) были подвергнуты фрагменты несъемной опалубки, изготовленные из двух цементно-стружечных плит размерами  $b \times l \times \delta = 250 \times 450 \times 24$  мм, соединённых между собой одним замком.

Малые образцы ЦСП с шурупами и фрагменты несъемной опалубки были изготовлены на оборудовании и производственных площадях филиала «Завод ЖБК» ОАО «Строительный трест №8».

#### **Методика экспериментальных исследований**

Образцы ЦСП для определения удельного сопротивления шурупов были изготовлены с учетом требований [6] размерами 50×50×24 мм. В образец перпендикулярно пласти плиты в предварительно высверленное отверстие диаметром 4,5 мм ввинчивался шуруп диаметром 5 мм и длиной 40 мм на глубину 22 мм. Образец ЦСП с шурупом закладывался в специально изготовленное приспособление [3], прикрепленное к нижнему и верхнему захватам испытательной машины МР-0,5-1 (рис. 2). Шурупы выдергивались при непрерывном перемещении головки испытательной машины с постоянной скоростью. Скорость была принята такой, чтобы время испытания было не менее 1 и не более 2 минут. Максимальная нагрузка  $P_{max}$  определялась с погрешностью 1%. Удельное сопротивление выдергиванию шурупов ( $q_{ш}$ ) в Н/мм вычислялось с точностью до 0,1 Н/мм по формуле:

$$q_{ш} = \frac{P_{max}}{l} \quad (1)$$

где  $P_{max}$  – наибольшая нагрузка, Н;

$l$  – длина несущей резьбовой части шурупа, мм.

Для испытания фрагментов несъемной опалубки стен из ЦСП была изготовлена оснастка (рис. 3). Испытательная оснастка обеспечивала работу образца с максимальным приближением к условиям работы соединения в элементе несъемной опалубки стены

в процессе бетонирования конструкции. Испытания проводились на разрывной машине с максимальной нагрузкой по шкале до 20 кН.



Рис. 2. Приспособление для выдергивания шурупов



Рис. 3. Испытание фрагмента несъемной опалубки из ЦСП

Скорость движения захвата обеспечивала разрушение испытываемого образца за 1-3 минуты.

#### **Анализ результатов испытаний**

Результаты статической обработки опытных данных испытания 29 образцов показали, что средняя величина выдёргивающей нагрузки составляет 2,74 кН на один шуруп, а удельное сопротивление выдергиванию шурупов, определённое по формуле (1) – 124,7 Н/мм. Результаты испытаний согласуются с данными, полученными в ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко и ЦНИИПромзданий [2].

При испытании пяти образцов фрагментов несъёмной опалубки стен на растяжение средняя величина разрушающей нагрузки составила 5,0 кН. С учётом крепления уголков L240 к ЦСП пятью шурупами диаметром 5мм величина выдергивающей нагрузки на один шуруп составляет 1,00 кН. Отметим, что характер разрушения образцов неодинаковый – в одном образце произошло раскрытие металлического замка (рис. 4,а), в двух образцах – выдёргивание крепёжных шурупов из ЦСП (рис. 4,б), в двух образцах - излом ЦСП по плоскости установки шурупов.

а).



б).



а – раскрытие металлического замка; б – выдёргивание крепёжных шурупов из ЦСП

Рис. 4. Характер разрушения фрагментов несъёмной опалубки

Сравнительный анализ полученных данных испытаний на выдёргивание шурупов из ЦСП и образцов фрагментов несъёмной опалубки показал, что средняя величина выдёргивающей нагрузки в последнем случае в 2,74 раза меньше. По нашему мнению, это связано с внецентренным приложением растягивающего усилия к крепёжным шурупам металлического замка – ось шурупов смещена от оси приложения растягивающего усилия (рис. 4,а) на 10 мм. Характер разрушения малых образцов и фрагментов несъёмной опалубки косвенно подтверждает наше предположение. Так, при определении удельного сопротивления выдёргиванию шурупов ось шурупа совпала с осью приспособления (рис. 2), и в результате при испытаниях образцов шурупы выдёргивались из плиты без нарушения её целостности рядом с отверстием. При испытаниях образцов фрагментов несъёмной опалубки (рис. 4,б) при выдёргивании шурупов вырывался и верхний слой материала по площади контакта уголка L240 с ЦСП.

Полученные данные о несущей способности соединения металлического замка ( $P = 4,42 \div 5,6$  кН) согласуются с данными испытаний, полученными специалистами аналогичного по профилю предприятия в Республике Словакия (VST Verbundschalungstechnik) при

испытаниях фрагментов несъемной опалубки стен размерами  $b \times l \times \delta = 450 \times 450 \times 24$  мм ( $P = 3,90 \div 5,90$  кН) [5].

В соответствии с рекомендациями обязательного приложения 11 [7] при расчёте опалубки монолитных бетонных и железобетонных конструкций должны приниматься горизонтальные нагрузки от давления свежесуложенной бетонной смеси и нагрузки от сотрясений, возникающих при укладке бетонной смеси в опалубку бетонной конструкции.

Интенсивность максимального бокового давления бетонной смеси на опалубку определяется по формуле:

$$P_{max} = \gamma \cdot H, \quad (2)$$

где  $\gamma$  – объёмная масса бетонной смеси;

$H$  – высота уложенного слоя бетонной смеси.

При уровне заполнения бетонной смесью элемента несъемной опалубки 1,2 26+0 м и плотности самоуплотняющего бетона 2454 кг/м<sup>3</sup>  $P_{max} = 29,45$  кПа. Величина горизонтальной нагрузки на боковую опалубку при подаче бетона из бетоновода составляет 4 кПа (таблица 2, Прил. 11 [7]). При расчёте элементов опалубки по несущей способности вышеприведённые значения нормативной нагрузки необходимо умножить на коэффициент перегрузки равный 1,3 (таблица 4, Прил. 11 [7]). Металлические замки нижнего яруса, расположенные на расстоянии 275 мм от низа элемента несъемной опалубки, воспринимают усилие: только от бокового давления свежесуложенной смеси – 3,79 кН; с учётом нагрузки, возникающей при укладке бетонной смеси в опалубку – 4,44 кН.

Отметим, что согласно [5] теоретическая несущая способность одного металлического замка принята 2,21 кН, что связано с отличием технологии бетонирования конструкции – уровень заполнения опалубки бетонной смесью принят 1,0 м и, очевидно, технологический процесс бетонирования конструкции исключает нагрузки от сотрясений, возникающие при укладке бетонной смеси в опалубку.

### **Заключение**

На основании выполненных экспериментальных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Средняя величина выдергивающей нагрузки составляет 2,74 кН на один шуруп, что в 2,74 раза больше величины выдергивающей нагрузки на один шуруп, полученной при испытаниях фрагментов несъемной опалубки.

2. Несущая способность соединения металлических замков с ЦСП по результатам испытаний фрагментов несъёмной опалубки на растяжение составляет 5,0 кН, что больше теоретической несущей способности 4,44 кН, определенной с учетом рекомендаций [7].

3. Полученные результаты экспериментальных исследований могут служить предпосылкой для корректировки конструктивного решения несъёмной опалубки из ЦСП и положений технических условий ТУ ВУ 200002603.001-2011 в части конструкции элементов металлического замка и его крепления к ЦСП.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Австрийское ноу-хау в строительной отрасли Беларуси. - 2011. - Режим доступа: <http://bsc.by/story/avstriyskoe-nou-hau-v-stroitelnoy-otrasli-belarusi>. - Дата доступа 09.01.2013.

2. Бойтемирова, И.Н. Ограждающие конструкции с применением цементно-стружечных плит / И.Н. Бойтемирова, Г.В. Изотова, Н.С. Ермолин. – М.: ВНИПИЭИлеспром, 1983. С. 2-10. – (экспресс-информация. Механическая обработка древесины; Вып. 6./Всес. науч.-иссл. и проект.ин-т экономики, орг-цииупр.пр-вом и информ. по лесной, целл.-бум. и деревообр.пром-сти).

3. Древесина. Метод определения удельного сопротивления выдёргиванию гвоздей и шурупов: ГОСТ 16483.33-77\* (СТ СЭВ 2364-80). – Введ. 01.01.1978. – М.: Издательство стандартов, 1981. – 5с.

4. Национальный Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Брест, 2013. – Режим доступа: [www.easybuildirg.ru](http://www.easybuildirg.ru). – Дата доступа: 10.02.2013.

5. Организационная директива ОС-06. Испытание на разрыв винтового соединения анкеровки металлических стеновых замков: VST Verbundschalungstechnik, s.r.o. – Нитра: – 7с.

6. Плиты древесностружечные. Метод определения удельного сопротивления выдёргиванию гвоздей и шурупов: ГОСТ 10637-78\*. – Введ. 01.01.1980. – М.: Издательство стандартов, 1987. – 4с., с изменением 1,2.

7. Строительные нормы и правила. Несущие и ограждающие конструкции. СНиП 3.03.01-87. – Введ. 01.07.1988. – М.: Госстрой СССР, 1991. – 192с.