

УДК 624.014.2:692.42

## ПРОДБОР И ИСПЫТАНИЯ СТАЛЬНЫХ ПРОФИЛИРОВАННЫХ НАСТИЛОВ В ПОКРЫТИЯХ ЗДАДАНИЙ

*д.т.н., проф. Пичугин С.Ф., к.т.н., с.н.с. Семко В.А.*

*Полтавский национальный технический университет имени Юрия  
Кондратюка, г. Полтава*

**Постановка проблемы в общем виде.** В последние годы в строительной промышленности Украины все большее применение находят стальные тонкостенные конструкции из холодноформованных профилей. Большую часть рынка данных профилей занимают стальные профилированные листы, которые используются в качестве стенового ограждения, в качестве несущих конструкций кровли, а так же несъемной опалубки при изготовлении сталежелезобетонных монолитных перекрытий. Применение данных элементов в качестве несущих, ставит перед проектировщиками задачу определения несущей способности профилированных настилов. Однако в Украине на данный момент отсутствуют нормативные методики для определения несущей способности профилированных настилов.

**Связь с научными и практическими заданиями и анализ последних исследований и публикаций.** Данная работа выполнена в рамках госбюджетной исследовательской темы «Оценка надежности и рисков несущих и ограждающих строительных конструкций» (государственный регистрационный номер 0111U000839). В мире существуют нормативные методы расчета стальных конструкций и холодноформованных профилей [1, 2]. На территории бывшего СССР известны рекомендации по подбору профлистов [6], однако они имеют ряд недостатков. Во-первых, основаны на устаревших нормах по нагрузкам и воздействиям, во-вторых строго привязаны к определенному сортаменту профлистов системой эмпирических коэффициентов. Еще одним из методов определения несущей способности профилированных листов является экспериментальный метод. Однако действующие стандарты Украины [3, 4] не регламентируют порядка и критериев для проведения испытания профилированных настилов.

**Целью** данной статьи является анализ возможных проблем, с которыми может столкнуться современный инженер при подборе и последующей эксплуатации стальных профилированных настилов. Так же в данной работе будут представлены возможные пути решения вопросов, которые встают при определении несущей способности настилов.

**Изложение основного материала результатов исследований.** В данное время подбор профнастилов инженерами осуществляется, как правило, по таблицам несущей способности которые представлены в каталогах производителей. Эти таблицы представляют собой набор максимальных нагрузок для различных схем (одно-, двух-, трехпролетных) для разных профилей настилов и разных толщин. По каким методикам определены данные максимальные нагрузки – как правило, не приводится.

Европейские производители профилированных настилов, массово представленные на строительном рынке Украины, для определения несущей способности используют методику представленную в EN1993-1-3 [2]. Однако в данный момент эта методика не является нормативной для территории Украины, что несет сложности при выявлении причин в случае возможной аварии.

Еще один вопрос встает перед инженером: как учитывается величина допуска на толщину стального проката из которого изготавливается профилированный лист? Например, согласно стандарта [7], для листов шириной до 1200 мм, допуски по толщине проката составляют 10-15% от его номинальной толщины. Т.е. если при расчете не учесть данный допуск несущая способность листа может быть существенно снижена.

Методика расчета стальных холодноформованных конструкций представленная в [2] имеет очень сложную структуру, требует больших трудозатрат для ее применения. Поэтому ее использование отдельными проектировщиками для таких типовых конструкций как профилированные листы является нецелесообразной. Гораздо более логичным является создание каждым из производителей таблиц определения несущей способности листов на основе лабораторных испытаний (именно такую методику определения несущей способности рекомендует и EN1993-1-3).

В данный момент в Украине отсутствуют стандартизированные методики для определения несущей способности профилированных листов и сертификация согласно [4] проводится лишь по геометрическим параметрам изделия, что в свою очередь может приводить к авариям на объектах (рис.1).



*Рис. 1. Прогиб профлистов в области снегового мешка*

Исходя из того, что с июля 2013 года в Украине параллельно с государственными строительными нормами входят в действие и Еврокоды, испытание профлистов возможно будет выполнять по методике представленной в приложении А [2].

Методика испытания профилированных листов представленная в п. А.2 EN1993-1-3 [2] составлена на основе документа изданного еще в 1978 году

техническим комитетом №7 European Convention for Constructional Steelwork [5]. Последний документ имеет более широкую структуру и более детально описывает процедуру испытания профилированных листов. Так же в документе [5] представлена методика обработки полученных результатов.

При внедрении европейских норм в практику проектирования в Украине предполагается разработка национальных приложений и дополнительных документов, которые позволят гармонизировать действующие нормы с европейскими стандартами.

Разработке стандарта по испытанию стальных профилированных листов должен предшествовать ряд пробных испытаний, на основании которых необходимо определить формы отказа листов при различных схемах загрузки, способы передачи нагрузки на профлист, способы закрепления гофр к опорам.

Авторами статьи [8] было испытано 23 образца профилированного настила с высотой волны 57 и 135 мм. На основании испытаний были установлены характерные формы отказов.

Для однопролетной расчетной схемы характерной формой разрушения является потеря устойчивости сжатых полок посередине пролета. Такая форма устойчивости характерна как для расположения листов в положении негатив (более широкие полки внизу) так и для положения позитив (см. рис.2).



*Рис. 2. Потеря устойчивости сжатых полок профлиста в положении негатив (слева) и позитив (справа)*

Для многопролетных схем загрузки профнастила характерна потеря устойчивости на одной из средних опор (см. рис. 3). После потери устойчивости полок на опорах происходит потеря устойчивости в пролете, аналогично однопролетной схеме.



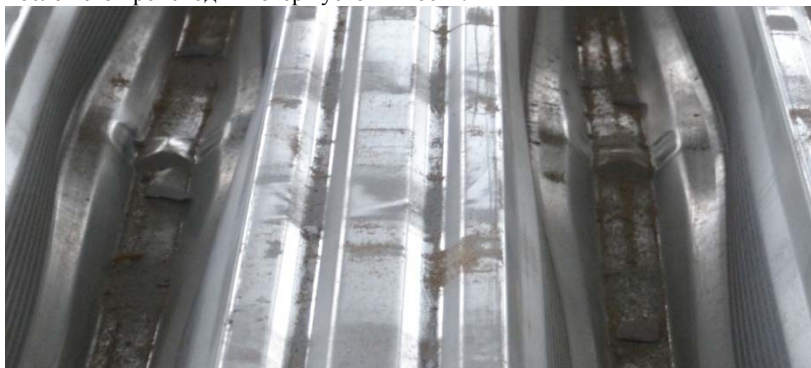
*Рис. 3. Потеря устойчивости сжатых полок профлиста*

Фото двухпролетного образца после потери устойчивости представлена на рисунке 4.



*Рис. 4. Общий вид двух пролетного образца после разрушения*

Для настилов с маленьким отношением величины пролета к высоте волны характерным разрушением является потеря устойчивости стенки на опоре. При этом угол наклона стенки к вертикали в процессе нагружения постоянно уменьшается, пока положение стенки становится вертикальным, после чего происходит потеря устойчивости.



*Рис. 5. Потеря устойчивости стенок профлиста*

При проведении испытаний профилированных листов необходимо контролировать прогибы в пролетах, а также деформации на опорах. Места размещения измерительных приборов будут напрямую зависеть от характера разрушения экспериментального образца.

В европейских рекомендациях по испытаниям профилированных настилов [2, 5] в качестве образца используется один лист. В ходе испытаний установлено, что происходит выпучивание свободных кромок настила особенно неподкрепленных ребром. Европейские исследователи рекомендуют при проведении испытаний использовать стальные полосы для скрепления крайних стенок. Однако результаты полученные авторами статьи свидетельствуют, о том, что в некоторых случаях эти полосы вообще не включаются в работу, а иногда и могут привести к локальной потери устойчивости крайних стенок в местах прикрепления полос. Поэтому стоит рассмотреть вариант целесообразности испытания группы профилированных листов, для имитации работы элемента в составе покрытия.

**Выводы.** На данный момент строительная отрасль Украины нуждается в нормативных документах, которые будут регламентировать способы определения несущей способности профилированных листов. За основу для нормативного документа по испытанию профлистов рекомендуется принять рекомендации [5], дополнив их сведениями о возможных формах отказов, схемами расположения измерительных приборов, способами передачи нагрузки на профлист, допустимыми начальными несовершенствами.

#### ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. AISI 100. North American Specification for the Design of Cold-Formed Steel Structural Members – Washington: American Iron and Steel Institute, 2001. – 149 p.
2. EN 1993-1-3:2006. Eurocode 3: Design of steel structures. Part 1-3: General rules. Supplementary rules for cold-formed members and sheeting. – Brussels: CEN, 2006. – 134 p.
3. ДСТУ-Н Б В.2.6-87:2009. Конструкції будинків і споруд. Настанова з проектування конструкцій будинків із застосуванням сталевих тонкостінних профілів. – К.: Украархбудінформ, 2010. – 55 с.
4. ДСТУ Б В.2.6-9:2008. Конструкції будинків і споруд. Профілі сталеві гнуті з трапецієподібними гофрами для будівництва. – К.: Украархбудінформ, 2009. – 22 с.
5. The Testing of Profiled Metal Sheets/ Publication №20 of ECCS, 1978. – 42 p.
6. Рекомендации по применению стальных профилированных настилов нового сортамента в утепленных покрытиях производственных зданий. – М.: ЦНИИПСК, 1985. – 34 с.
7. ГОСТ Р 52246-2004. Прокат листовой горячеоцинкованый. Технические условия.
8. Семко В.О. Експериментальні дослідження сталевих профільованих настилів / В. О. Семко, С. О. Склярєнко, Ю. О. Авраменко, Д. А. Прохорєнко // Тези 64-ї наукової конференції професорів, викладачів, наукових працівників, аспірантів та студентів університету. Том 1. (Полтава, 17 квітня – 11 травня 2012 р.) – Полтава: ПолтНТУ, 2012. – С. 67-68.