

Таким образом, в рассмотренном примере были продемонстрированы простота и удобство в использовании предлагаемой методики расчета премии за риск износа на основании вероятности отказа в заданный момент времени.

При этом полученный результат численно оказался в диапазоне, характерном для экспертного метода оценки премий за риски.

**Вывод:** предлагаемая методика при расчете премии за риск износа учитывает прогнозируемое состояние объекта недвижимости в момент времени, соответствующий горизонту расчета при оценке стоимости.

#### **Список цитированных источников**

1. Здания и сооружения. Оценка степени физического износа: ТКП 45-1.04-119-2008 (02250). – Минск: Минстройархитектуры, 2008. – 43 с.

2. Шпете, Г. Надежность несущих строительных конструкций / Г. Шпете; Пер. с нем. О.О. Андреева. – М.: Стройиздат, 1994. – 288 с.

3. Малащук, Е. Универсальный объективный метод расчета нормы дисконтирования, применяемой в оценке недвижимости / Е. Малащук // Земля Беларуси. Научно-производственный журнал. – 2011. – № 2. – С.18–2.

4. Портал «Оценчик.ру» — Все для оценки и для оценщика [Электронный ресурс] // УПВС – Сборники укрупненных показателей восстановительной стоимости зданий и сооружений для переоценки основных фондов. – Режим доступа: <http://www.ocenchik.ru / documents/realty/upvs> – Дата доступа: 09.05.2016 г.

5. Оценка стоимости объектов гражданских прав. Оценка стоимости жилых домов, садовых домиков (дач) и жилых помещений, за исключением объектов незавершенного строительства: ТКП 52.3.02-2015 (33520). – Минск: Госкомимущество, 2015. – 107 с.

УДК 624.014.2

**Сидорук К.С.**

**Научный руководитель: доц. Зинкевич И.В.**

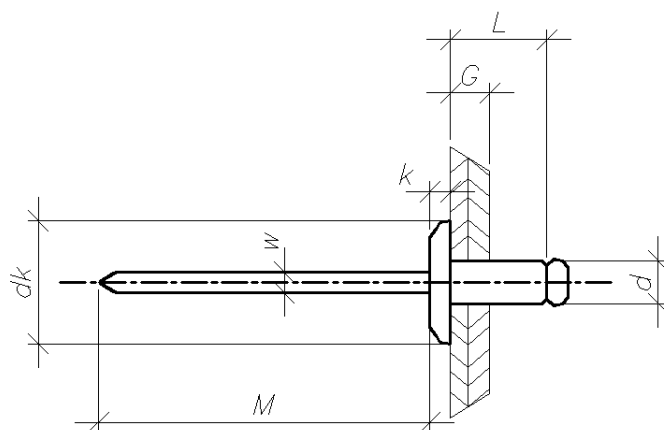
### **СОЕДИНЕНИЯ ЛЕГКИХ ТОНКОСТЕННЫХ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ НА ВЫТЯЖНЫХ ЗАКЛЕПКАХ**

Технология ЛСТК (легких тонкостенных стальных конструкций) представляет собой альтернативный способ каркасного строительства. В его основе лежат тонкостенные холодногнутые оцинкованные профили различного сечения и толщины (чаще всего до 3 мм), скрепленные между собой при помощи самонарезающих винтов, болтов, заклепок. Профили производятся в условиях завода на современном автоматизированном оборудовании. Область эффективного применения ЛСТК включает несущие и ограждающие конструкции жилых, общественных и производственных зданий, агропромышленных и животноводческих комплексов, спортивных сооружений, крытых автопарковок, торговых зданий и других строительных объектов.

Сдерживающим фактором использования технологии ЛСТК является отсутствие в действующих на сегодняшний день на территории РБ нормативно-правовых актах полной и обоснованной методики испытания и расчетов соединений ЛСТК.

Наименее изученными остаются соединения ЛСТК на вытяжных заклепках.

Вытяжная заклепка состоит из двух частей, гильзы заклепки и вытяжного стержня с головкой.



$d$  – диаметр гильзы заклепки;  $L$  – длина тела гильзы заклепки;  $d_k$  – диаметр бортика;  $M$  – длина хвостовика;  $k$  – толщина бортика;  $w$  – диаметр вытяжного стержня;  $G$  – толщина материала

**Рисунок 1** – Основные геометрические характеристики вытяжной заклепки

Вытяжной стержень служит для расклепывания тела гильзы заклепки с обратной от положения инструмента стороны. Стержень имеет головку, шейку (участок с уменьшенным диаметром стержня) с точкой разрыва, хвостовик и наконечник. Для установки вытяжной заклепки требуется сверление отверстия на 0,1 мм больше диаметра гильзы вытяжной заклепки, введение заклепки гильзой в отверстие до упора бортика заклепки и последующее вытягивание хвостовика стержня из гильзы с помощью специального инструмента. В процессе односторонней клепки свободный конец тела гильзы заклепки расклепывается, образуя неразъемное соединение. Подбор длины гильзы вытяжной заклепки, осуществляется в зависимости от толщины соединяемого пакета, и регламентируется производителем.

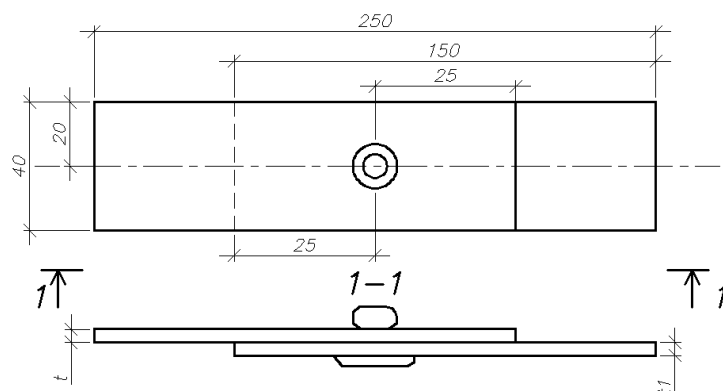
Наиболее распространенным типом заклепок, применяемых в соединениях ЛСТК, являются стандартные вытяжные заклепки, производимые согласно EN ISO 14588, EN ISO 15979. В конструкциях стандартных заклепок вытяжной стержень не несет нагрузки на срез. Однако существуют также усиленные заклепки, часть вытяжного стержня которых, гарантированно остается в теле гильзы, фиксируясь в ней специальным образом и воспринимая нагрузку при работе соединения.

В расчетных соединениях легких стальных тонкостенных конструкций могут применяться вытяжные заклепки из углеродистой и аустенитной коррозионно-стойкой стали. В заклепках из углеродистой стали применяется сталь марок С1008 и С1042. В заклепках из аустенитной коррозионно-стойкой стали — сталь марок AISI 304 (A2) (03X18H9, 07X16H6, X15H5Д2Т по ГОСТ 5632) и AISI 316 (A4) (03X17H14M3 по ГОСТ 5632).

В качестве защитного покрытия стержня и гильзы вытяжных заклепок используется оцинковка или пассивирование. Согласно исследованиям, слой оцинковки по условиям производства составляет на заклепках 5–7 мкм.

Экспериментальные исследования проводились в испытательной лаборатории кафедры строительных конструкций. Испытаниям подвергались стальные образцы с соединением на заклепках.

Образцы изготавливались из тонколистовой оцинкованной стали марки С255. Ширина образцов принята равной 40 мм. Геометрические размеры образцов для испытаний на срез приняты в соответствии с рисунком 2.



**Рисунок 2** – Образец для испытаний на срез

**Таблица 1** – Геометрические характеристики образцов

Размеры, мм		
Ширина b, мм	Длина l, мм	Толщина t, мм
40	150	0,7, 1,0, 1,35

Толщины испытываемых образцов были приняты равными: 0,7; 1,0; 1,35 мм, как одни из основных толщин, применяемых в элементах JICTK. Образцы для испытаний соединений на растяжение изготавливались вырезкой. При этом не допускались деформации, изгиб и перегиб образцов в местах установки заклепок.

Соединение образцов осуществлялось крепежными элементами, получившими наиболее широкое распространение в легких стальных тонкостенных конструкциях. Для испытаний использовались вытяжные заклепки производства ЕКТ.

**Таблица 2** – Вытяжные заклепки, применяемые в образцах

№	Крепежный элемент	Размеры, мм			Материал	Стандарт производства
		d	D <sub>k</sub>	L		
1	Вытяжная заклепка	4	7	8	St/St	ISO 15979:2002

Испытания образцов соединений проводились на универсальной испытательной машине с электронной записью графика нагрузка-деформация CALDABINI серии QUASAR.



**Рисунок 3** – Испытательная установка, образец для испытания на срез

Основные результаты испытаний образцов приведены в таблице 3.

**Таблица 3** – Результаты испытаний однозаклепочных соединений

№ образца	Диаметр, мм	Толщина скрепляемого материала, мм		N <sub>0,5</sub> , Н	N <sub>max</sub> , Н	δ <sub>max</sub> , мм	Тип отказа при N <sub>max</sub>
		t1	t				
1	3	4	5	8	9	10	11
1	4.0	1.35	1.35	644	2159	3.21	срез
2	4.0	1.35	1.35	1203	2314	2.55	срез
3	4.0	1.35	1.35	812	2060	3.22	срез
4	4.0	1.35	1.35	1050	2056	2.81	срез
5	4.0	1.0	1.0	1125	2064	2.46	срез
6	4.0	1.0	1.0	1137	1985	2.55	срез
7	4.0	1.0	1.0	1180	2059	2.3	срез
8	4.0	1.0	1.0	1200	2120	1.9	срез
9	4.0	1.0	1.0	1281	2043	2.15	срез
10	4.0	0.7	0.7	1007	2014	2.89	смятие
11	4.0	0.7	0.7	1000	2076	3.45	смятие

В принятой в ТКП EN 1993-1-3 [1] методике отсутствует расчетно-обоснованная величина несущей способности заклепки срезу. Предполагается определять её экспериментально.

Необходимо отметить, что предельная минимальная величина усилия срезу для алюминиевых заклепок приведена в СТБ 2065, а для стальных заклепок — в официально не действующем в РБ ISO 15979:2002. Однако, как показали экспериментальные исследования, приведенные нами и рядом других авторов в РФ, при испытании заклепок, распространенных на территории обеих республик значения несущей способности оказываются иногда ниже. Установлено также, что толщина тонкостенных элементов оказывает влияние на несущую способность заклепки срезу.

На основании полученных результатов предлагается определять характеристическую величину несущей способности срезу односрезного соединения следующим образом:

$$F_{v,Rk} = \frac{f_{u,v} \cdot A_v \cdot \alpha}{\sqrt{3}} \quad (1)$$

здесь  $f_{u,v} = 240 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}$  — для алюминиевых заклепок,

$f_{u,v} = 360 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}$  — для стальных заклепок;

Коэффициент, учитывающий влияние толщины соединяемых элементов

$\alpha = 0.1 \frac{t_{\min}}{t_0} + 0.9$ , где  $t_0 = 3 \text{ мм}$ ,  $t_{\min}$  — минимальная толщина соединяемых

элементов, при  $t_{\min} \leq 3 \text{ мм}$ , при  $t_{\min} > 3 \text{ мм}$   $\alpha = 1$ .

В таблицах 4 приведены значения несущей способности заклепок срезу для толщины соединяемых элементов 3 мм и менее.

**Таблица 4** – Определение несущей способности стальных заклепок

$d$ (мм)	3.20	4.00	4.80	5.00	6.00	6.40	
$d_m, d_1$ (мм)	2.00	2.45	2.95	2.95	3.40	3.90	
$A_v$ (мм <sup>2</sup> )	4.90	7.85	11.26	12.80	19.19	20.22	
$F_{v,Rk}$ (Н)	1100	1700	2900	3100	4300	4900	по ISO 15979 при испытаниях
$F_{v,Rk}$ (Н)	1018	1632	2340	2660	3989	4203	предлагаемая для расчета

На основании изложенного можно сделать следующие выводы:

1. Экспериментально подтвержден тип отказа соединений на вытяжных заклепках легких стальных тонкостенных конструкций, работающих на срез и смятие.

2. Проведенный анализ диаграмм нагрузка / деформация, а также анализ характера разрушения соединений на вытяжных заклепках при работе на срез, дает возможность построить адекватную картину работы и разрушения соединения на вытяжных заклепках.

3. Проведенное сравнение несущей способности соединений на вытяжных заклепках диаметром 4.0 мм при различных толщинах соединяемых элементов показали достаточно хорошее совпадение с теоретическими результатами.

#### **Список цитированных источников**

1. ТКП EN 1993-1-3-2009. Еврокод 3. Проектирование стальных конструкций. Часть 1-3. Общие правила. Дополнительные правила для холодноформованных элементов и профилированных листов. – Минск: МАиС РБ, 2010. – 114 с.

УДК 528.482

**Скуратов В.А., Буцамов Р.Р.**

**Научный руководитель: к.т.н., доц. Зуева Л.Ф**

### **СРАВНЕНИЕ ТОЧНОСТИ СПОСОБОВ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ И ПОЛЯРНЫХ КООРДИНАТ ПРИ ДЕТАЛЬНОЙ РАЗБИВКЕ КРУГОВЫХ КРИВЫХ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ**

Целью настоящей исследовательской работы являлся выбор наилучшего по точности способа для детальной разбивки кривых.

При вынесении на местность кривых необходимо всю длину кривой разбить на равные отрезки такой длины, чтобы можно было принять дугу за прямую, так как при разбивку используют стальные рулетки. Существует ряд способов детальной разбивки кривых: способ прямоугольных координат, углов (или полярных координат), продолженных хорд, хорд (секущих), вписанного многоугольника [1, 3].

Способы прямоугольных (рис. 1) и полярных координат (рис. 2) имеют явное преимущество перед остальными, в них местоположение каждой разбивочной точки получают независимыми промерами от начала или конца кривой.