



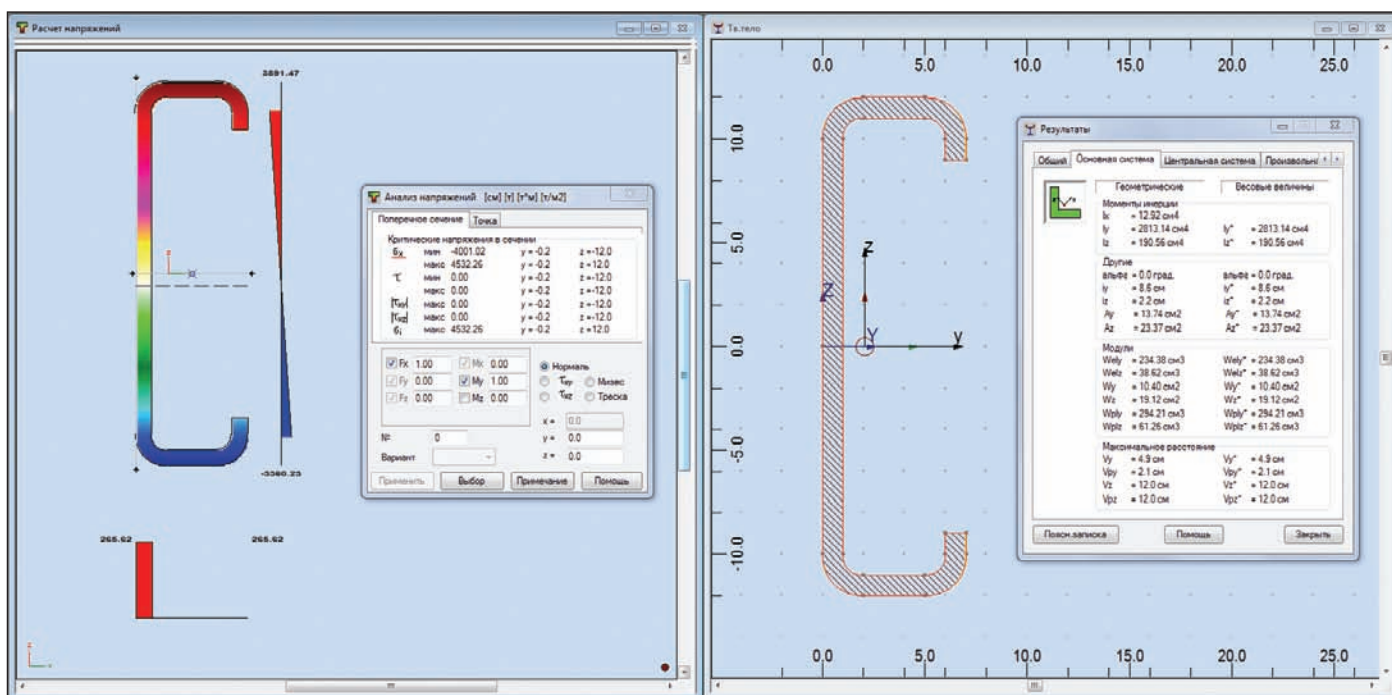
## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛЕГКИХ СТАЛЬНЫХ ТОНКОСТЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ В AUTODESK ROBOT STRUCTURAL ANALYSIS PROFESSIONAL

В отечественной практике проектирования и строительства каркасных малоэтажных зданий гражданского и промышленного назначения обычно применяются элементы из горячекатаного стального проката либо дерева. Однако под влиянием зарубежного опыта, а также тен-

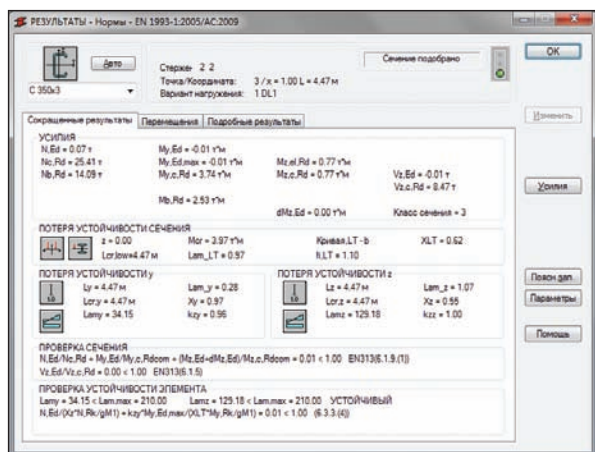
денции к снижению материалоемкости проектов и стоимости строительно-монтажных работ в современном малоэтажном каркасном строительстве сегодня все чаще можно встретить проекты, выполненные из легких стальных тонкостенных конструкций (ЛСТК). Эти конструкции могут применяться

при строительстве несущих каркасов, наружных и внутренних несущих и не-несущих стен, межэтажных перекрытий, теплых и холодных видов кровли с любым типом покрытия.

Конструктивные элементы ЛСТК выполняются из оцинкованных холодногнутых профилей открытого и замкнутого сечений с толщиной стали, не превышающей 3 мм. Наиболее часто используемые типы сечений — это  $\Sigma$ , U, C, C+, L, Z,  $\Omega$ , а также их комбинации. Соединение элементов происходит с помощью самосверлящих шурупов либо заклепок. В связи с тем что толщина сечения достаточно мала, критическим фактором является возможная местная потеря устойчивости (выпучивание отдельных участков) сечения, которая может наступить до потери общей устойчивости стержня в целом. При определении несущей способности и жесткости холодноформованных элементов участки про-



Создание и анализ произвольного сечения в Autodesk Robot Structural Analysis Professional



Окно отчета о проверке элемента в Autodesk Robot Structural Analysis Professional

филя, потерявшие местную устойчивость, исключают из работы и находят так называемые эффективные (редуцированные) площади сечения, продолжающие воспринимать возрастающую нагрузку вплоть до потери общей устойчивости сечения.

Вследствие непродолжительного применения ЛСТК в отечественной проектной практике нормативные документы, в частности, СП 16.13330.2011 (актуализированная редакция СНиП П-23-81\*), не дают прямых рекомендаций по расчету сечений с толщиной стенки  $< 4$  мм. В европейских нормах EN 1993-1:2005 расчетам тонкостенных сечений посвящены отдельные разделы, в частности, EN 1993-1-3 ("Дополнительные правила для холодноформованных элементов и профилированных листов"). Эти требования реализованы при проектировании тонкостенных профилей в программном продукте Autodesk Robot Structural Analysis

Professional. Нормы EN 1993-1:2005 мы можем выбрать в *Рабочих настройках* программы, среди множества доступных региональных нормативов.

В базе данных программы находится готовый набор профилей некоторых производителей ЛСТК, таких как Lindab, Borga, Ruukki, Prusynski. Кроме того, сечения могут быть созданы пользователем в Конструкторе сечений программы и самостоятельно добавлены в базу данных сечений пользователя.

В модуле проектирования металлоконструкций для проверки элементов ЛСТК определяются следующие дополнительные параметры в соответствии с EN 1993-1-3.

- Параметры материала:
  - $f_{ya}$  — средняя прочность материала (EN 1993-1-3 (п. 3.2.2);
  - $f_{yb}$  — расчетный предел текучести материала (EN 1993-1-3 (п. 3.1).
- Приведенные параметры сечения:
  - $A_{eff}$  — эффективная (редуцированная) площадь поперечного сечения (EN 1993-1-3 (п. 5.5);
  - $W_{eff}$  — коэффициент эффективной несущей способности сечения (EN 1993-1-3 (п. 5.5).
- Устойчивость при кручении:
  - $L_t$  — расчетная длина при кручении (EN 1993-1-3 (п. 6.2.3);
  - $N_{cr, T}$  — критическая сила при изгибе с кручением (EN 1993-1-3 (п. 6.2.3).

■ Крутильно-изгибная потеря устойчивости:

- $N_{cr}$  — критическая сила (устойчивость) (EN 1993-1-3 (п. 6.2.3);
- $N_{cr, TF}$  — критическая сила при крутильно-изгибной потере устойчивости (EN 1993-1-3 (п. 6.2.3).

■ Расчетные усилия:

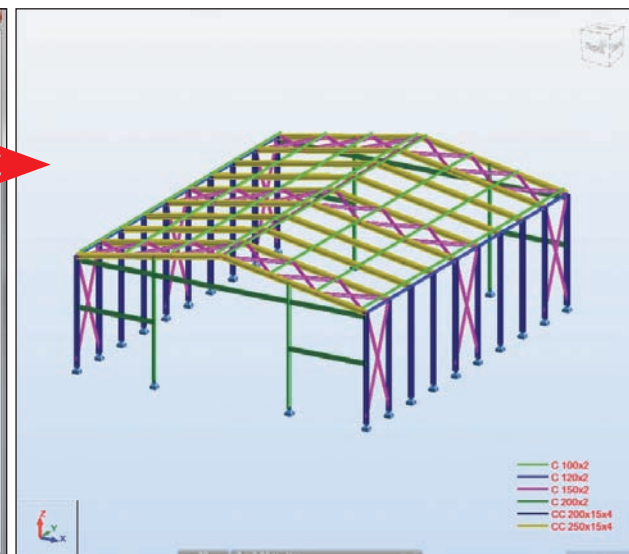
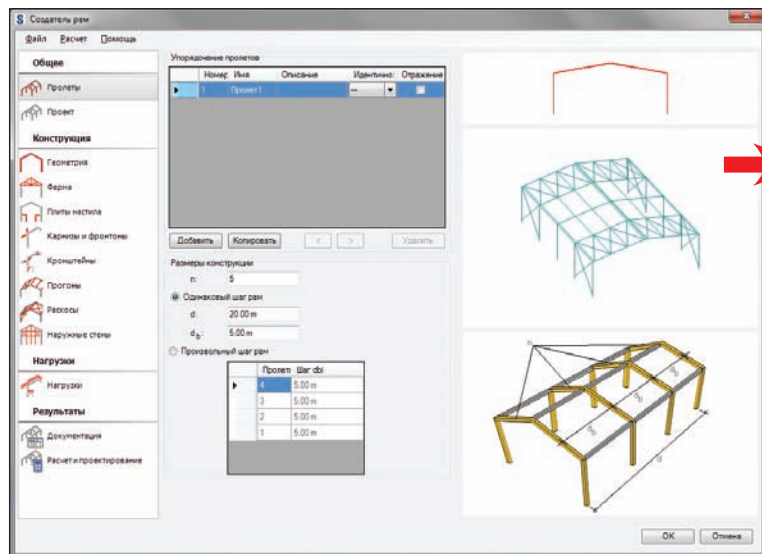
- $N_s, R_d$  — расчетное сопротивление при сжатии (EN 1993-1-3 (п. 6.1.3);
- $M, s, R_d$  — расчетный момент сопротивления (EN 1993-1-3 (п. 6.1.4.1);
- $M, s, R_d, t_{en}$  — расчетный момент сопротивления растянутого сечения (EN 1993-1-3 (п. 6.1.4.1);
- $M, s, R_d, com$  — расчетный момент сопротивления сжатого сечения (EN 1993-1-3 (п. 6.1.4.1).

■ Проверка прочности сечения (EN 1993-1-3 (п. 6.1.5, 6.1.9).

Удобной возможностью для быстрого построения пространственных каркасов является встроенный макрос под названием Генератор рам. Используя параметрические окна, в нем можно быстро создать расчетную схему.

Применение программного продукта Autodesk Robot Structural Analysis Professional при расчете конструкций из ЛСТК позволяет учесть характерные свойства и особенности поведения объектов этого типа.

*Сергей Сыч,*  
*продукт-менеджер отдела ПО*  
*Consistent Software Distribution*  
*Тел.: (495) 380-0791*  
*E-mail: sergey.sych@csd.ru*



Модель, созданная с помощью Генератора рам