

Длительность эффекта увлажнённого тёплого песка в 10-20 раз выше, чем сухого песка, при равном объёме движения. Расчёты показали, что при новом методе распределения фрикционных материалов возможно сокращение расхода песка на 40-50%.

Выводы. Всё это позволяет отметить, что уровень качества зимнего содержания дорог во всех странах определяется специальными стандартами и зависит от их категории, назначения, интенсивности и состава движения, а также от климатических условий района эксплуатации дорог. Заслуживает внимания и немецкий опыт профилактических мер по предупреждению образования заторов на магистральных дорогах в зимний период:

1. Устройство объездных маршрутов между пересечениями на магистральных дорогах;
2. Усиленная очистка от снега и распределение соли на объездных дорогах или отдалённых окружных маршрутах во избежание скопления автомобилей на магистралях;
3. Строительство дополнительных специальных дорожных въездов на магистрали только для снегоуборочной техники, машин технического обслуживания автомобилей и полиции;
4. Создание специального оборудования для перекрытия пересечений с магистралями для изменения направления движения автомобилей и ограничения поступления новых потоков автомобилей с прилегающих дорог на переполненную магистраль.

Список цитированных источников

1. Васильев, А.П. Анализ современного зарубежного опыта зимнего содержания дорог и разработка предложений по его использованию в условиях России / А.П. Васильев, В.В. Ушаков - М.: ФГУП «ИНФОРМАВТОДОР», 2003. - 60 с.
2. Сиденко, В.М. Управление качеством в дорожном строительстве / В.М. Сидоренко, С.Ю. Рокас - М.: Транспорт, 1981. - 252 с.
3. Методы зимнего содержания дорог в Финляндии; пер. с англ. Е.А. Алексеевой / Под ред. Е.Н. Баринаова, М.П. Костельова. - С.-Пб.: Дор. учеб.-инж. центр, 1995. - 66 с.
4. Подольский, В.П. Экология зимнего содержания автомобильных дорог / В.П. Подольский, Т.В. Самодурова, Ю.В. Федорова. - М.: ФГУП «ИНФОРМАВТОДОР», 2003. - Вып. 3. - 96 с.
5. Самодурова, Т.В. Оперативное управление зимним содержанием дорог. Научные основы / Т.В. Самодурова. - Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2003. - 168 с.

УДК 624.014.2

Евчук Д. И.

Научный руководитель: старший преподаватель Жданов Д. А.

РАСЧЁТ СТАЛЬНЫХ ЛИСТОВЫХ ПРОФИЛЕЙ ПО ТКП EN 1993-1-3

Целью данной работы является разработка программного обеспечения для проверки предельных состояний, несущей способности и эксплуатационной пригодности стальных листовых профилей с трапециевидными гофрами в соответствии с нормами Еврокода.

Стальной листовой профиль (профлист) относится к тонкостенным элементам, который характеризуется возможной потерей местной устойчивости, а также потерей устойчивости промежуточных элементов жесткости. Указанные особенности в полной мере не были отражены в СНиП II-23-81*, однако в

ГОСТ 24045-94 [1] были приведены значения эффективных характеристик поперечного сечения (момент инерции, момент сопротивления), которые принимались проектировщиками в расчёт. При этом, однако, не понятно, как были получены эти значения. В этой связи, после введения Еврокодов, приведённые характеристики являются недопустимыми. Кроме того, новая международная редакция ГОСТ 24045 уже не содержит данных по эффективным характеристикам. Учитывая вышесказанное, разработка алгоритма и программ расчёта профлистов в соответствии с EN 1993-1-3 [2] является весьма актуальной задачей.

Для определения эффективных характеристик поперечного сечения профилированного листа необходимо предварительно определить следующие характеристики его поперечного сечения: площадь, момент инерции и момент сопротивления.

Влияние углов сгиба при определении характеристик поперечного сечения может не учитываться, если внутренний радиус изгиба не превышает пяти толщин элемента и составляет не более 1:10 части от длины примыкающего плоского элемента. В этом случае идеализированное поперечное сечение принимается состоящим из плоских элементов с острыми углами.

Особенностью работы стальных профилированных листов является то, что из-за высоких сжимающих напряжений происходит потеря как местной устойчивости элементов поперечных сечений, так и устойчивости промежуточных элементов жесткости. В результате потери местной устойчивости картина распределения сжимающих напряжений в элементах поперечного сечения существенно изменяется. С целью упрощения расчётов действительное неоднородное распределение напряжений по всей ширине плоского участка поперечного сечения заменяется на расчётное однородное, но на уменьшенной части поперечного сечения, именуемой эффективной шириной [3].

Для сечений с промежуточными элементами жесткости неравномерность распределения напряжений возникает также из-за потери устойчивости самих элементов жесткости. В результате часть сечения, состоящая из промежуточного элемента жесткости и примыкающих к нему эффективных плоских частей, воспринимает меньшие сжимающие напряжения, чем остальные элементы сечения, что учитывается путём редуцирования расчетной толщины указанной части сечения. Эффективные характеристики поперечного сечения арочного профиля в общем случае должны быть определены для первого и второго предельного состояний, для которых эффективная площадь определяется при центральном сжатии, а эффективный момент сопротивления – при изгибе, но без учета их совместного влияния.

При определении эффективных характеристик для расчета по первой группе предельных состояний эффективная ширина сжатого элемента определяется по напряжению, равному пределу текучести стали, а по второй группе предельных состояний – по напряжению, возникающему от нормативной нагрузки. Кроме того, для расчета по второй группе предельных состояний эффективные характеристики элементов жесткости определяются без учета потери устойчивости формы сечения, принимая $t_{\text{ед}} = t$.

Необходимо также отметить, что получаемые характеристики эффективного поперечного сечения могут быть уточнены итерационно при определении коэффициента снижения несущей способности и положения эффективной центральной оси. Однако в этом случае задача определения эффективных характеристик в значительной степени усложняется, и её решение вручную практически не представляется возможным [3].

В статье описана программа, которая разработана для расчета несущей способности стальных листовых профилей в соответствии с нормативной методикой ТКП EN 1993.

Расчет стальных конструкций при проектировании современных зданий и сооружений, как правило, выполняется с использованием вычислительных комплексов, реализующих метод конечных элементов. В некоторых комплексах имеется возможность кроме определения напряжений выполнять проверку несущей способности конструкций в соответствии с нормативными документами [4]. В программных комплексах, применяемых на территории Республики Беларусь, таких как ЛИРА-САПР, ПК ЛИРА, SCAD, SOFiSTiK, зачастую не всегда учитываются требования действующих нормативных документов.

Данную разработку можно применять в учебном процессе и выполнении научно-исследовательских и хозяйственных работ, а также в некоторых проектных и научно-исследовательских организациях.

Программа расчета профилированного листа предназначена для проверки прочности и общей устойчивости элементов жесткости профилированного листа в соответствии с методикой ТКП EN 1993. Программа работает под управлением ОС Windows. Работа с программой заключается в загрузке на экран ряда форм и заполнения данных на этих формах. На рисунке 1 представлена заглавная форма, загружаемая после запуска программы, в которой нужно указать количество пролётов, а также его длину. Эта форма позволяет задать значение расчётной нагрузки, которая представляет собой произведение нормативных нагрузок на коэффициенты перегрузки и характеристическую нагрузку, установленную в нормах. Далее в этой форме требуется выбрать марку профилированного листа, по которому в дальнейшем будет производиться расчёт. Под расчётной схемой будут представлены характеристики сечения из рассчитанного сортамента профилированного листа.

■ Расчёт профлиста
— □ ×

Два пролёта

Характеристическая нагрузка
 $q = 1.5$ кН/м²
 Расчётная нагрузка
 $q = 2$ кН/м²

$L = 2$ м

Характеристики сечения:
 $W_y = 8.96E-06$ м³
 $I_y = 2.45E-05$ кН·м²
 $A = 0.000875$ м²
 $I = 1.541E-07$ м³

Марка профнастила:
 HC 35
 H 75

Мед= Ved=
 Mrd= Vrd=

Условие прогиба:
 $\delta_{lim} > \delta_{max}$

Условие прочности на изгиб:
 $\frac{M_{ed}}{M_{rd}} < 1$ $\frac{V_{ed}}{V_{rd}} < 1$

Момент: _____
 Сила: _____
 Прогиб: _____

Рисунок 1 – Ввод начальных данных

HC35

HC 35

Класс стали	Толщина
S245	0,7 мм
Предел текучести	Площадь
245 МПа	8,75 см ²
Момент сопротивления	Момент инерции
8,96 см ³	15,41 см ⁴

Поиск Close

В форме поиска выбранного профлиста (рисунок 2) произвести поиск по классу стали и по толщине профлиста.

Рисунок 2 – Поиск по таблице с эффективными характеристиками листа HC35

При нажатии кнопки «Поиск» на данной форме будут выписаны все необходимые характеристики для расчёта, а после закрытия формы все данные переносятся в предыдущую и записываются.

В главной форме после выбора нужного профлиста производится проверка несущей способности и эксплуатационной пригодности. Проанализировав выполненный расчёт, можно сделать вывод о применении выбранного профиля для конкретных нагрузок, а также о существующем запасе прочности и жесткости.

Применение рассмотренной программы показало удобство работы с ней при выполнении практических расчетов. Программа проверки несущей способности и эксплуатационной пригодности стального листового профиля достаточно проста в работе, однако наилучшие результаты достигаются при его использовании специалистами, знакомыми с основами проектирования стальных конструкций в соответствии с нормативными документами и существующими методиками.

Список цитированных источников

- ГОСТ 24045-94. Профили стальные листовые гнутые с трапециевидными гофрами для строительства. Технические условия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://files.stroyinf.ru/Data1/3/3423/> – Дата доступа: 14.04.2018.
- Еврокод 3. Проектирование стальных конструкций. Часть 1-3. Общие правила. Дополнительные правила для холодноформованных элементов и профилированных листов. ТКП EN 1993-1-3-2009. Введ. 01.01.2010 Минстройархитектуры, 2010. – 114 с.
- Жданов, Д. А. К определению эффективных сечений стальных бескаркасных арочных покрытий по Еврокоду / Д. А. Жданов, В. П. Уласевич // Строительная наука и техника. – 2013. – № 2. – С. 22–26.
- Туснин, А. Р. Автоматизация расчетов несущей способности элементов стальных конструкций / А. Р. Туснин // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2012 – С. 33–35 с.

УДК 624.04:681

Каковко В. И.

Научный руководитель: к. т. н., доцент Уласевич В. П.

РАСЧЕТ РАМ МЕТОДОМ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ СРЕДСТВАМИ ПРОГРАММИРОВАНИЯ PTSMATHCAD, ПОСТРОЕННЫЙ НА ДЕФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ГИБКОГО СТЕРЖНЯ

Введение. В современных условиях при проектировании различных конструктивных схем зданий и сооружений наметилась тенденция использования стержневых систем типа «рамы» из стальных тонкостенных холодногнутых профилей (СТХП), обладающих повышенной деформативностью. Вычисление перемещений и внутренних сил в таких рамах требует применения методов, позволяющих предельно близко приблизить их расчетные модели к реальной их работе. Таким