

Влияние погиба равнополочного уголка на несущую способность конструкций покрытия

Ю.С. Вильгельм, К.Н. Сухина, М.Е. Дубовский, Е.А. Слышкина

В.Н. Власов, К.А. Сухин

Волгоградский государственный технический университет

Аннотация: Проанализирована зависимость влияния величины погиба на напряженно-деформированное состояние несущих конструкций покрытия. На основании полученных результатов определен максимальный угол погиба металлических уголков, снижающих несущую способность ферм.

Ключевые слова: стропильная ферма, погиб, напряженно-деформированное состояние, момент инерции, радиус инерции, центр тяжести.

В настоящее время стальные фермы имеют достаточно широкое распространение во многих областях строительства: покрытия и перекрытия промышленных и гражданских зданий, мосты, транспортные эстакады, объекты связи и т.д. Фермы из металлического профиля более экономичны по расходу материала и являются более эффективными, по сравнению с балочными конструкциями. Фермы могут иметь самую разнообразную конструкцию в зависимости от назначения и действующих на них нагрузок [1,2].

В виду ошибок в ходе проектирования, изготовления и монтажа, нарушений правил технической эксплуатации в конструкциях появляются отклонения от проектных размеров, формы и качества. Возникающие при этом дефекты и повреждения отрицательно сказываются на работе конструкции, а также значительно снижают параметры надежности и долговечности.

К наиболее частым дефектам и повреждениям стропильных ферм относятся [3]:

- искривления и местные погибы элементов;

- отклонение ферм от вертикальной плоскости;
- расстройство болтовых соединений в опорных узлах;
- погибы фасонок;
- трещины в фасонках;
- низкое качество сварки.

В данной статье рассматривается ферма, основные элементы которой состоят из парных уголков.

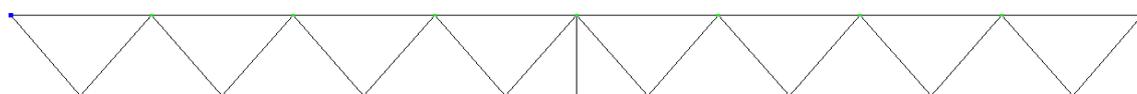


Рис.1. – Общий вид рассматриваемой фермы

В качестве основного повреждения был принят местный погиб элемента верхнего пояса фермы. Местные погибы возникают при ударных воздействиях и креплении тросов для подвески грузов [3, 4]. Если в растянутых элементах эти повреждения не представляют существенной опасности, то в сжатых они могут привести к преждевременной потере устойчивости и, таким образом, снижают надежность конструкций.

На основании выполненных расчетов проведен сравнительный анализ влияния погиба уголков на несущую способность сжатого элемента. С помощью программного комплекса LIRA SAPR была выполнена проверка сечений стержней по первой и второй группе предельных состояний и по местной устойчивости, определены усилия в стержнях. Согласно выбранному диапазону повреждений первым этапом были определены геометрические характеристики спаренных уголков: центр тяжести, моменты инерции, радиусы инерции. Изменение основных характеристик в зависимости от степени повреждения были определены с применением программного комплекса MathCAD. Результаты расчета представлены в таблице №1 и проиллюстрированы на рисунках 2-6.

Таблица №1

Несущая способность при различных углах погиба уголка

№ п/п	α	X_c , мм	Y_c , мм	I_{xc} , мм ⁴	I_{yc} , мм ⁴	i_{xc} , мм	i_{yc} , мм	$N_{нч}$ кН
1	0°	0	0	9314400	18286600	43,4	60,8	985,7
2	5°	-0,065	2,181	8917790	18863600	42,471	61,769	967,7
3	10°	-0,256	3,623	8572050	19054300	41,639	62,081	951,1
4	20°	-1,013	6,429	8159990	18894000	40,626	61,819	930
5	30°	-2,247	9,056	8087990	17970300	40,447	60,289	926,1

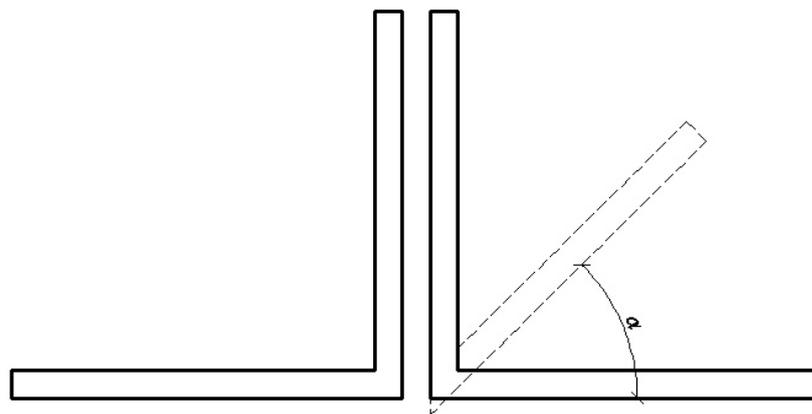


Рис. 2. - Схема погиба уголка

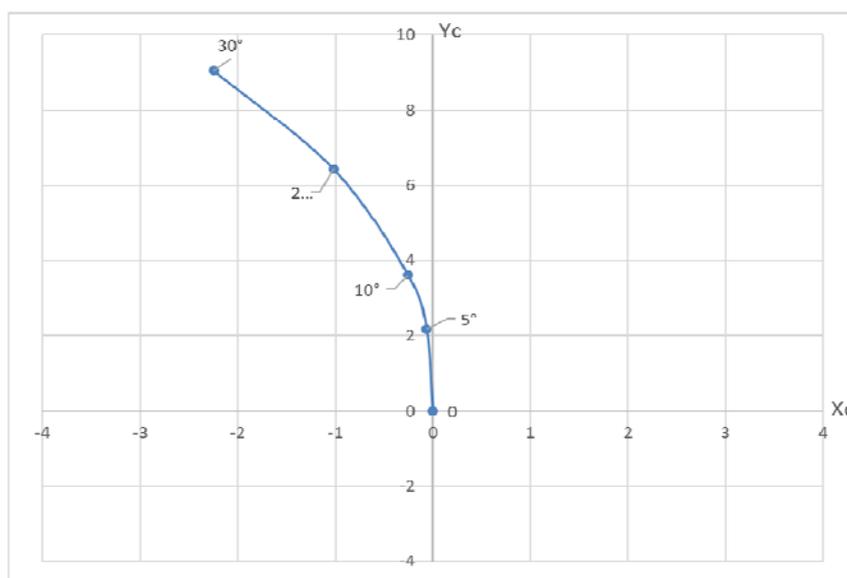


Рис. 3. – График изменения центра тяжести сечения от погиба уголка

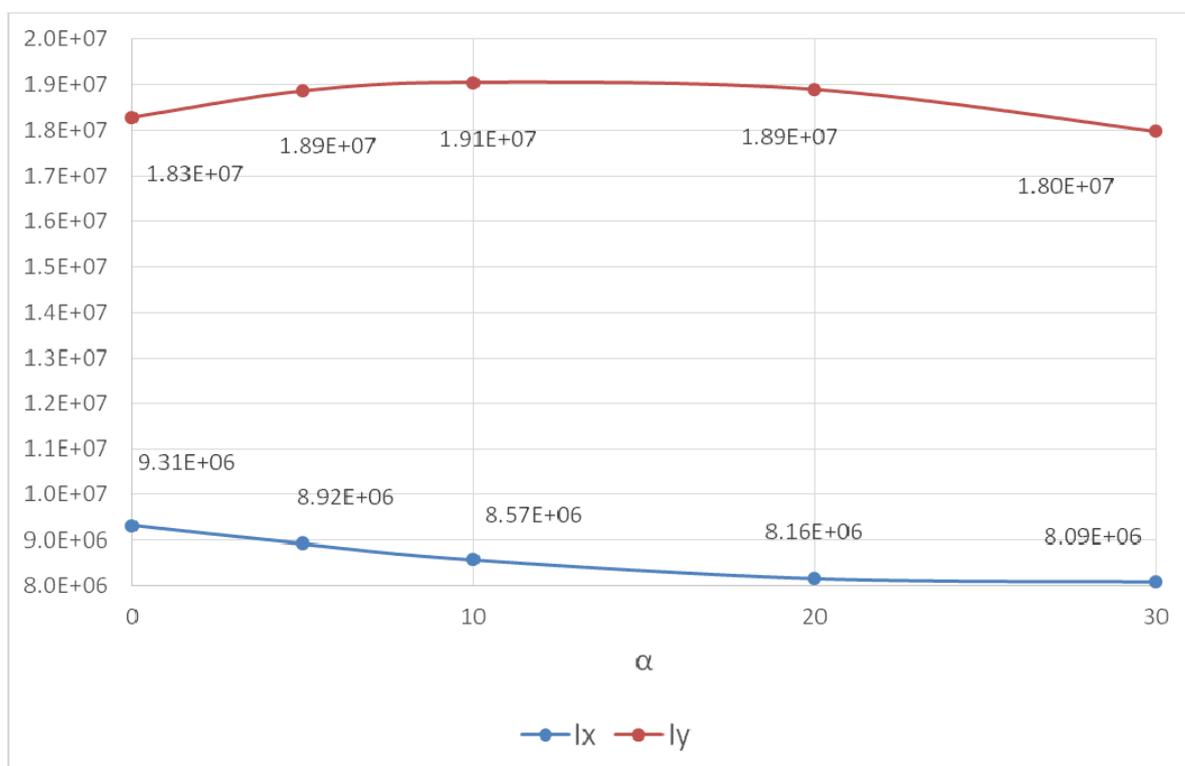


Рис. 4. – График зависимости моментов инерции сечения от погиба уголка

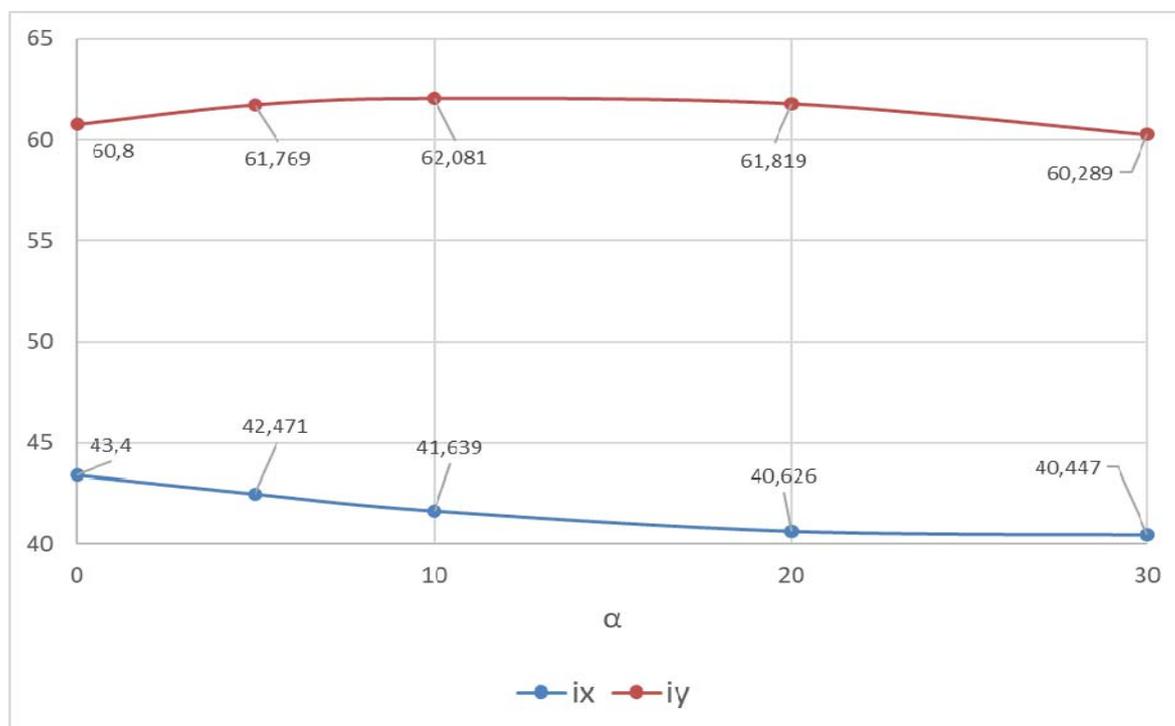


Рис. 5. – График зависимости радиусов инерции сечения от погиба уголка

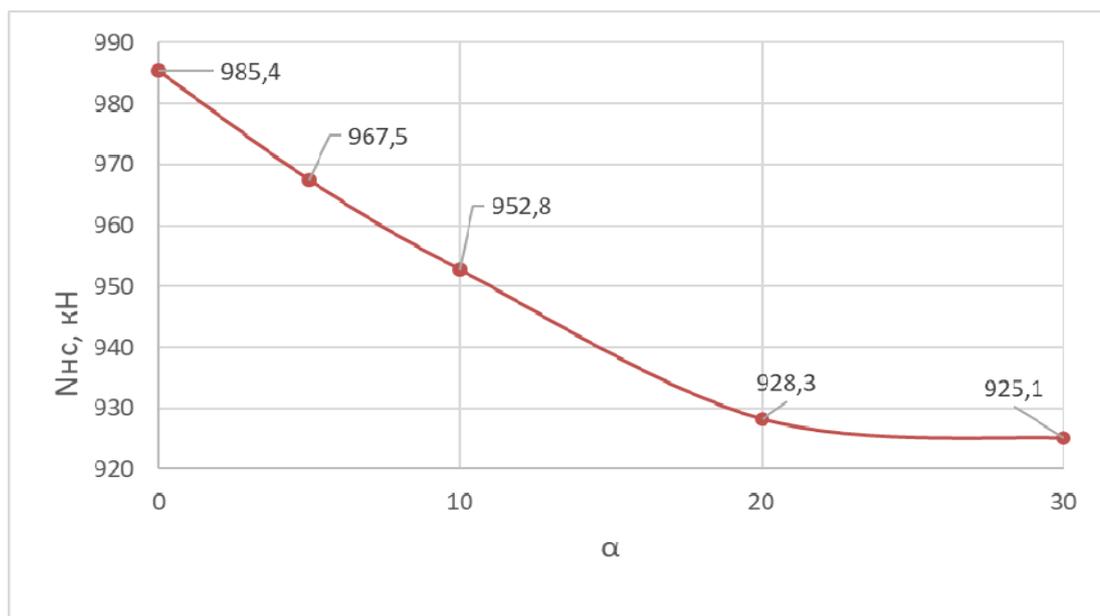


Рис. 6. – График зависимости устойчивости элемента фермы от погиба уголка

По полученным результатам видно, что при увеличении угла погиба уголка от 0° до 30° несущая способность элемента фермы уменьшается. Причиной этому является изменение формы сечения при погипе уголка, приводящее к смещению центра тяжести данного сечения, что, в свою очередь, влияет на моменты инерции, радиусы инерции, гибкость, коэффициент продольного изгиба и, в конечном итоге, приводит к уменьшению несущей способности.

Литература

1. Беленя Е.И., Балдин В.А., Ведеников Г.С. и др. Металлические конструкции. Общий курс: Учебник для вузов. М.: Стройиздат, 1986. 317 с.
2. Марахина О.Ю., Кузьмин Д.А. Некоторые особенности проектирования стропильных ферм из парных уголков // Научный рецензируемый журнал "Вестник СибАДИ". 2017. №3(55). С. 138-144.
3. Кикин А.И., Васильев А.А., Кошутин Б.Н. и др. Повышение долговечности металлических конструкций промышленных зданий. М.: Стройиздат, 1984. 120 с.

4. Горев В.В., Б.Ю. Уваров, В.В. Филиппов и др. Металлические конструкции. В 3 т. Т. 1. Элементы конструкций: Учеб. для строит. вузов. М.: Высш. шк, 2004. с. 445-453

5. Сухина К.Н., Пшеничкина В.А. Вероятностный анализ ресурса конструкций покрытия промышленного здания с учетом случайного характера снеговой нагрузки // Инженерный вестник Дона. 2015. №4 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2015/3397/.

6. Голубова Т.А., Кадомцев М.И., Шатилов Ю.Ю. Локализация повреждений металлических ферменных конструкций при помощи вибрационных методов // Инженерный вестник Дона. 2013. №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2169/.

7. Муханов К.К. Металлические конструкции. Учебник для вузов. М.: Стройиздат, 1978. 309 с.

8. Сахновский М.М., Жемчужников Г.В., Динельт Ю.Б. и др. Металлические конструкции (техническая эксплуатация). Киев, «Будівельник», 1976. 121 с.

9. Raizer V.D. Theory of Reliability in Structural Desing. – Journal of Applied Mechanics Reviews, USA, 2004. – Vol.57. – Nol. – pp. 1-21.

10. Raizer V.D. Reliability of Structures. Analysis and Applications, Backbone Publishing Company. – New York, USA, 2009. – 146 p.

References

1. Belenya E.I., Baldin V.A., Vedenikov G.S. i dr. Metallicheskie konstruksii. Obshchiy kurs: Uchebnik dlya vuzov. [Metal constructions. General course: Textbook for high schools]. М.: Stroyizdat, 1986. 317 p.

2. Marakhina O.Y., Kuz'min D.A. The Russian Automobile and Highway Industry Journal (In Russ). 2017. №3 (55). pp. 138-144.

3. Kikin A.I., Vasil'ev A.A., Koshutin B.N. i dr. Povyshenie dolgovechnosti metallicheskih konstruktsiy promyshlennykh zdaniy. [Increased durability of metal structures of industrial buildings]. M.: Stroyizdat, 1984. 120 p.

4. Gorev V.V., B.Yu. Uvarov, V.V. Filippov i dr. Metallicheskie konstruktsii. V 3 t. T. 1. Elementy konstruktsiy: Ucheb. dlya stroit. vuzov. [Metal structures. Volume 1. Elements of constructions]. M: Vyssh. shk., 2004. Pp. 445-453.

5. Suhina K.N., Pshenichkina V.A. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2015. №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2015/3397/.

6. Golubova T.A., Kadomtsev M.I., Shatilov Yu.Yu. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2013. №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2169/.

7. Mukhanov K.K. Metallicheskie konstruktsii. Uchebnik dlya vuzov. [Metal constructions. Textbook for universities]. M.: Stroyizdat, 1978. 309 p.

8. Sakhnovskiy M.M., Zhemchuzhnikov G.V., Dinel't Yu.B. i dr. Metallicheskie konstruktsii (tekhnicheskaya ekspluatatsiya). [Metal constructions (technical operation)]. Kiev, «Budivel'nik», 1976. 121 p.

9. Raizer V.D. Journal of Applied Mechanics Reviews, USA, 2004. Vol.57. Nol. pp 1-21.

10. Raizer V.D. [Reliability of Structures. Analysis and Applications, Backbone Publishing Company]. New York, USA, 2009. 146 p.