

Примеры зданий из металла в Республике Беларусь. В нашей стране металл в архитектурно-строительной практике стал активно использоваться последние 20 лет.

Доля металлических сооружений от общего числа объектов промышленного и гражданского назначения составляет в настоящее время около 25%.

Уникальные объекты – гордость нашей республики: новое здание Национальной библиотеки, железнодорожный вокзал, подземный общественно-торговый центр на площади Независимости, торговый центр "Европа", торговый центр "Зеркало", Минск-Арена, Чижовка-Арена и т.д.

Заключение. Металлические конструкции не только не уступают, но и во многом превосходят другие строительные материалы. Металл легко режется, может принимать любую заданную форму. Отсутствие необходимости устройства технологически сложной опалубки делает металл конкурентоспособным и экономически эффективным, что предполагает большие перспективы применения его в современной архитектурно-строительной практике.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горев В.В. "Металлические конструкции" (том 1);
2. <http://ru.wikipedia.org/wiki>;
3. <http://alpstroyontazh.ru/poleznye-statyi-o-stroitelstve/38>;
4. <http://primamilena.ru/samye-samye/znamenitye-bashni>;
5. <http://www.marhi.ru/open/Postgrad/shukhov/>.

УДК 624.04

Сравнение жестких узлов сопряжения двухшарнирной клееной деревянной арки с использованием Autodesk Inventor

Ванюк С.А.

Научные руководители: Згировский А.И., Коледа С.М.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Деревянные клееные арки имеют широкую область применения. Наиболее часто их используют при возведении складов, например,

Конструктивно второй вариант соединения жесткого сопряжения представляет собой две части полуарок, соединяемых посредством стальных цилиндрических нагелей и двух деревянных накладок. Нагели расставлены по двум концентрическим окружностям симметрично на левой и правой части полуарок. Для увеличения несущей способности соединения имеются дополнительные нагели, расположенные на концентрических дугах. Диаметр стальных нагелей 20 мм, толщина накладок 100 мм.

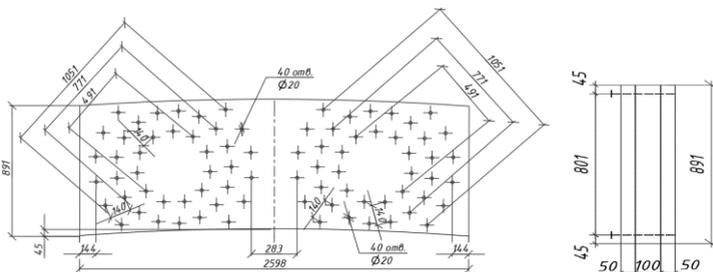


Рис. 3. Второй вариант конструирования жесткого узла

Данные узловые соединения согласно нормативной документации [1] проверяются на смятие древесины среднего и крайних элементов, а также на изгиб нагеля. В узле действуют момент на каждую из полуарок и продольная сила.

Рассмотрим сначала первый вариант. В первом приближении принимаем диаметр нагелей. Расстояние между ними принимаем согласно нормативной документации [1,2]. Так как полуарки состоят из пакета досок, то принимаем расстояния от кромки до нагеля и между нагелями как для элементов, располагаемых поперек волокон. Ориентировочно располагаем нагели в два ряда сверху и снизу накладки.

Разложим момент на пару сил, где первая из сил прикладывается по центру верхних рядов, а вторая соответственно по центру нижних рядов. Усилие, воспринимаемое узлом, определяем по наименьшему из трёх значений: смятию древесины крайних и среднего элементов, а также изгибу нагеля. Тогда окончательно усилие, воспринимаемое одним нагелем, будет равно: наименьшему из трех значений умноженному на количество площадок среза. Количество нагелей по одну сторону узла вычислим путем деления силы, полученной при разло-

жении момента на пару сил, на окончательное усилие, воспринимаемое одним нагелем. Полученное число округляем в большую сторону кратно двум, так как нагели располагаем в два ряда. Путем сравнения усилий, возникающих в узле и полученных в результате расчета, делаем выводы о несущей способности соединения.

Соответственно из условия размещения нагелей находим длину накладок и конструируем узел исходя из конструктивных требований.

Для второго варианта также в первом приближении принимаем диаметр нагеля равный 20 мм. Диаметр окружностей принимаем из требования размещения нагелей – минимального расстояния между нагелями. Диаметр первой окружности соответственно равен разнице высоты полуарки и расстояния поперек волокон от края элемента до нагеля, умноженному на два. Расстояние между нагелями вдоль окружности принимаем как расстояние между нагелями вдоль волокон. Если согласно расчету количества нагелей, расположенных на первой окружности не достаточно, то располагаем их по второй концентрической окружности с диаметром равным разнице диаметра первой окружности и расстояния между нагелями вдоль волокон. Дальнейшее увеличение окружностей не рационально, так как при увеличении металлоемкости узла, общее усилие, воспринимаемое всеми нагелями, окружности вносит не значительный вклад в обеспечении несущей способности узла. Более рациональным будет размещение дополнительных нагелей по дугам окружности большей, чем первая, на величину равную расстоянию между нагелями вдоль волокон с левой и правой сторон узла.

Эквивалентный диаметр концентрической окружности определяется, как деление суммы произведений диаметра окружности и количества нагелей, находящихся на окружности, на общее количество нагелей на всех окружностях по одну сторону узла. Тогда усилие, которое должны воспринять нагели находим из разложения момента на пару сил. Для окружности усилие, воспринимаемое одним нагелем, равно частному удвоенного момента в узле на произведение эквивалентного диаметра окружности и общего количества нагелей по одну сторону соединения. Для нашего соединения усилие, воспринимаемое узлом, вычисляется по наименьшему из трёх значений: смятию древесины крайних и среднего элементов, а также изгибу нагеля. Тогда окончательно усилие, воспринимаемое одним нагелем, будет равно: наименьшему из трех значений умноженному на коли-

чество площадок среза. Количество нагелей по одну сторону узла вычисляется путем деления силы, полученной при разложении момента на пару сил, на окончательное усилие, воспринимаемое одним нагелем. Путем сравнения усилий, возникающих в узле и полученных в результате расчета, делаем выводы о несущей способности соединения.

Соответственно из условия размещения нагелей находится длина накладок и конструируется узел.

В результате расчета недонапряжения в обоих вариантах узлов не превышают 10%.

В связи с тем, что вычисление прогибов полуарок и деформаций нагелей в результате действия нагрузки достаточно трудные и громоздкие, то в данном случае использование 3D-модели более целесообразно, так как позволяет уменьшить время расчета и получить более точный результат. 3D-модель составляем на основе имеющихся данных о расчете и конструировании узла. Особенностью составления модели в Autodesk Inventor является разбиение процесса расчета на составляющие.

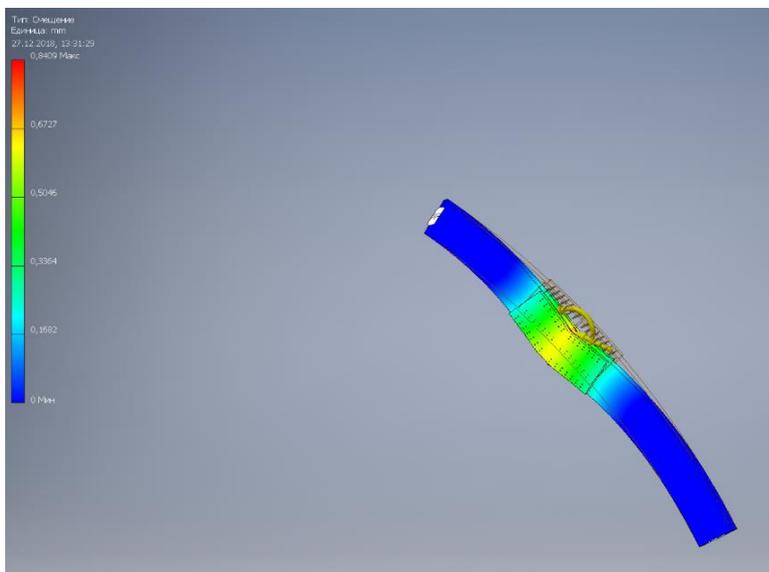


Рис. 4. Деформированное состояние и напряжения в первом узле

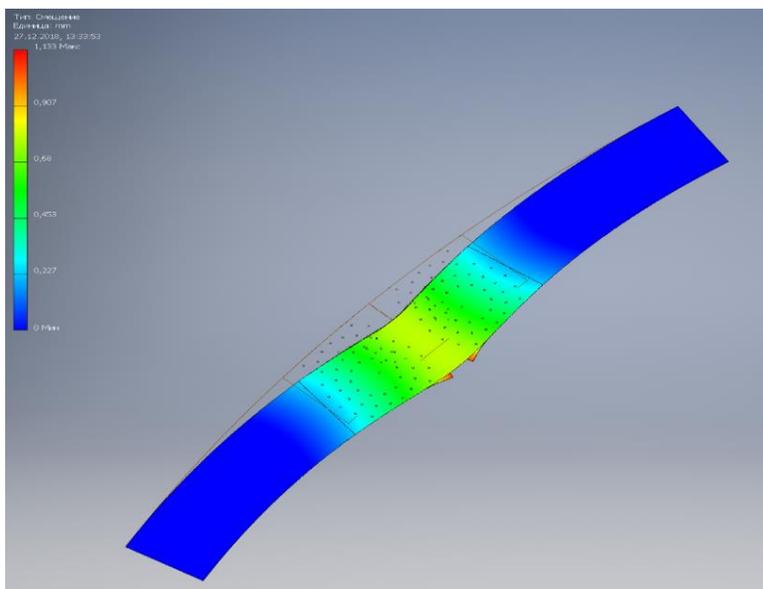


Рис. 5. Деформированное состояние и напряжения во втором узле

В первую очередь моделируются отдельные детали сборки, а затем происходит сама сборка узла. Это является более удобным вариантом по сравнению с другими программами, так как при наличии большого количества деталей изменение исходной детали приведет к изменению всех этих деталей в сборке. Также узел автоматически перерисовывается, что не требует конструирования узла заново. При конструировании модели следует также учесть наличие контактов между поверхностями: древесина-древесина и древесина-металл. Autodesk Inventor позволяет выполнять автоматическое генерирование контактов, что сокращает время расчета, так как нет необходимости задавать их вручную. Желательно задать свойства материала непосредственно при моделировании самой детали, так как при составлении сборки не нужно отдельно задавать свойства каждому элементу.

После конструирования узла переходим к его расчету: задаем закрепления и прикладываем нагрузку. После процесса расчета сравниваем результаты двух вариантов узлов.

При задании одинаковых параметров к двум видам узлов получается, что для первого узла количество нагелей на 40% больше, чем

для второго. Это связано с тем, что в первом соединении часть нагелей располагается достаточно близко к нейтральной оси узла, поэтому усилия в них меньше, чем усилия, возникающие в нагелях, находящиеся на достаточном удалении от нейтральной оси.

Смещение узла при моделировании для первого варианта на 35% больше, чем для второго. Но так как значения смещений достаточно маленькие (порядка 1 мм), то этот параметр можно не учитывать при принятии целесообразности использования одного из узлов.

Анализ напряжено-деформированного состояния узлов показал, что напряжения в нагелях для первого варианта на 15 % больше, чем для второго.

Выводы:

1. Более экономичным является второй узел по сравнению с первым. Это выражается в первую очередь меньшей металлоемкостью, так как количество нагелей для второго варианта меньше. Во-вторых, меньшей трудоемкостью в устройстве, потому что проще устроить отверстия, находящиеся на одной линии, чем для окружности. В-третьих, в элементах второго узла возникают меньшие напряжения, чем в элементах первого.

2. Первый узел является более архитектурно выразительным, его можно использовать при возведении зданий для культурно-массовых и зрелищных мероприятий и спортивных сооружений, так как он лучше вписывается в эстетичный вид сооружения. Такие узлы хорошо смотрятся в интерьере зданий с использованием клееных деревянных конструкций.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. ТКП 45-5.05-146–2009. Деревянные конструкции. Строительные нормы проектирования / Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь. – Минск: РУП «Минсктиппроект», 2009. – 63 с.

2. ТКП 45-5.05-275-2012 «Деревянные конструкции. Правила расчета» / Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь. – Минск: РУП «Минсктиппроект» 2012, 111 с.

3. Пособие по проектированию деревянных конструкций (к СНиП II-25–80) / ЦНИИСК им. Кучеренко. – М.: Стройиздат, 1986. – 216 с.

4. Фомичев В. Ф., Саяпин В. В., Оковитый А. В., Иванов В. А., «Методические указания по расчету и конструированию узловых

соединений по курсу «Конструкции из дерева из пластмасс» / БГПА – Мн.: 1993, 63 с.

5. Кормаков Л.И., Валентиновичус А.Ю. «Проектирование клееных деревянных конструкций» / Будивельник – Киев.:1983, 152 с.

6. Проектирование деревянных конструкций: учебное пособие / Е.Н. Серов, Ю.Д. Санников, А.Е. Серов; под ред. Е.Н. Серова. – М.: Издательство АСВ, 2011. – 536 с.

УДК 624

Особенности расчета и конструирования подпорных стен

Гаврильчук Н.В.

Научный руководитель: Зверев В.Ф.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Подпорные стены используются в промышленном и гражданском строительстве для ограждения откосов и котлованов, а также в виде специальных сооружений: рамп, складов сыпучих материалов. По конструктивным особенностям различают массивные, уголковые железобетонные, гибкие (шпунтовые) и ячеистые подпорные стены.

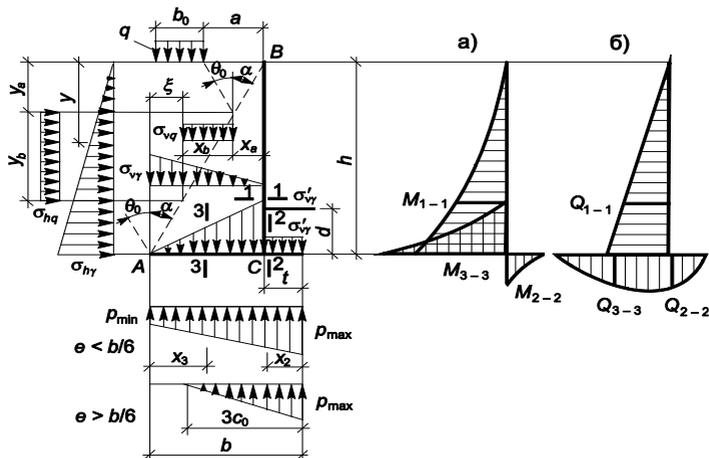


Рис. 1. Расчетная схема подпорной стены уголкового типа при расчете ее на прочность:

a – изгибающие моменты; b – поперечные силы