

**Особенности моделирования
двухпутной криволинейной рампы
в гаражно-офисном центре**

Лосев О.В.

Научный руководитель – Смах В.И.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Создание расчетной схемы для прочностного анализа несущих конструкций зданий и сооружений – задача достаточно сложная. Особенно если в рамках объекта предусмотрены нестандартные конструкции – **винтовая рампа** (внутренний радиус 3700, внешний-12800, продольный уклон закрытой криволинейной рампы -10%-13%), моделирование которых связана с рядом особенностей:

1. Назначение размера конечных элементов и разбиение криволинейных поверхностей;

Теоретические исследования сходимости весьма важны, и их результаты могут быть использованы в практических целях, однако здесь имеются и некоторые серьезные проблемы: одна из первых проблем состоит в том, что при удовлетворительной сходимости по перемещениям могут не так хорошо сходиться интересующие расчетчика внутренние силы и напряжения. Таким образом, проверки сходимости должны быть ориентированы на исследование тех результатов, которые требуются в решаемой задаче. *Единственный способ убедиться в достаточной точности конечноэлементного разбиения и приемлемости полученного решения - это сопоставление результатов, найденных на сетках различной густоты.* Триангуляционная сеть не должна быть слишком редкой, так как при этом результаты будут неприемлемо усреднены. Триангуляционная сеть не должна быть слишком густой, так как при этом время счета может быть неприемлемо большим, и, в ряде случаев, большая размерность задачи может привести к плохой обусловленности матрицы жесткости, и, следовательно, к большим вычислительным погрешностям. *Можно руководствоваться такими практическими рекомендациями - шаг триангуляции не должен превышать 1/4 минимального расстояния между опорами; размеры конечного элемента должны быть больше его толщины в 2-3 раза и т.п.*

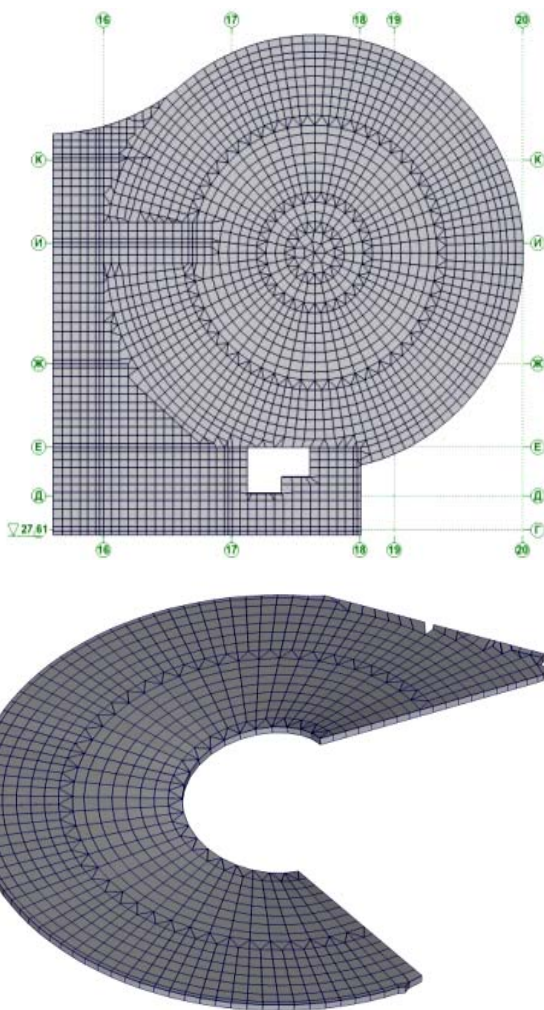


Рисунок 1 – Формирование конечноэлементной модели винтового пандуса

При моделировании винтового пандуса использовался конечный элемент оболочки (КЭ44) размером 600х600мм, в местах приближения к вертикальным несущим конструкциям размер конечного

элемента уменьшался до 400х400мм. Наличие функции автоматического формирования поверхности вращения в программном комплексе не позволило получить винтовой пандус заданного уклона, с заданными размерами сетки конечных элементов. Моделирование винтового пандуса было привязано к плоской плите перекрытия, разбиение которой выполнено с учетом расположения вертикальных конструкций и размера конечных элементов (рисунок 1). Дальнейшее построение сводилось в перемещении узлов по каждому радиальному направлению на величину, полученную путем деления высоты этажа на количество узлов по каждому конечному элементу начиная от центральной окружности к внешней (порядка 1200 узлов для одной ramпы в пределах этажа). При этом если высота этажа не постоянная, как в моем случае, приходится формировать столько отдельных подшем, сколько разновидностей высоты этажа.

2. Особенности выравнивания направлений выдачи усилия в элементах винтового пандуса;

При моделировании винтового пандуса следует учитывать особенности его армирования. Поскольку арматура укладывается в радиальном направлении, очень важно согласовать направление выдачи усилий и фактическое расположение армирования.

3. Ввод полезной нагрузки.

При расчете винтового пандуса необходимо учесть влияние движущихся автомобилей (полезную нагрузку). Полезная нагрузка приложена в шахматном порядке (рисунок 2), а также в виде равномерно распределенной по всей поверхности, как взаимоисключающие загрузки. Наиболее невыгодным с точки зрения работы колонн может оказаться расположение автомобилей в сетке колонн по диагонали, что важно учитывать при формировании загрузки от автотранспорта в гаражах-стоянках.

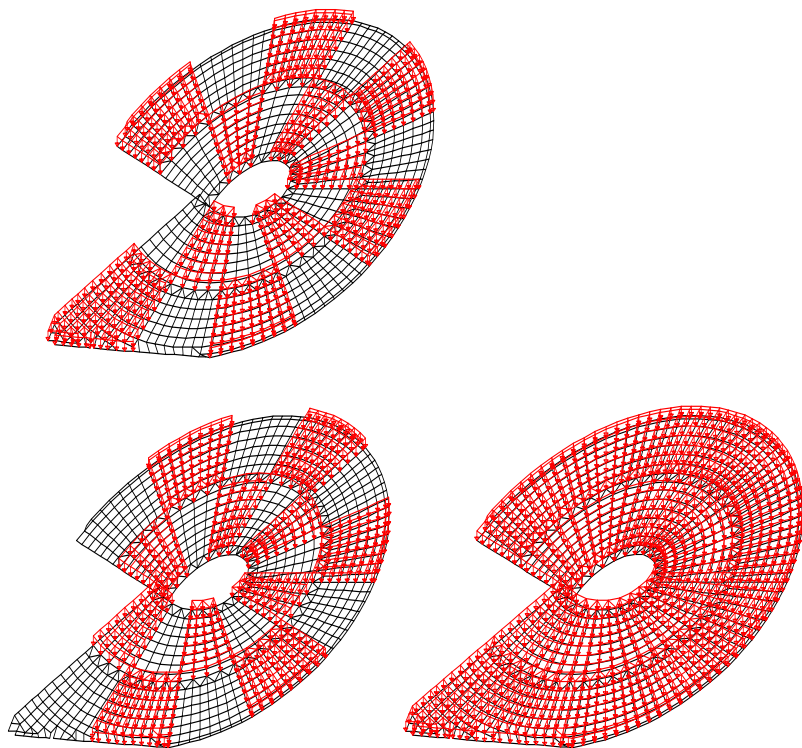


Рисунок 2 – Особенности ввода полезной нагрузки

ЛИТЕРАТУРА

1. Бетонные и железобетонные конструкции: СНБ 5.03.01-2002. – Минстройархитектуры. – Минск: Стройтехнорм, 2003. – 140 с.
2. Проектирование железобетонных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий: ТКП EN 1992-1-1-2009 Еврокод 2. – 207 с.
3. Анкерные соединения для монолитных бетонов JORDAHL JDSD и JDSDQ. Технический каталог.
4. DIN 1045-1:2001-07. Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton. Teil 1: Bemessung und Konstruktion. – 148 p.
5. Перельмутер, А. В., Сливкер, В. И. Расчетные модели сооружений и возможности их анализа. – М.: ДМК Пресс, 2007 – 600 с., ил.