

Оптимизация бетонных плит для сборных дорожных покрытий

Зиневич С.И., Босаков С.В.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск, Беларусь
Козунова О.В.

Белорусский государственный университет транспорта
г. Гомель, Беларусь
Соболевская С.Н.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск, Беларусь

В работе приведены результаты теоретических исследований по расчету и оптимизации бетонных плит для местных дорог Республики Беларусь. Для проведения исследований использовался смешанный метод строительной механики на основе способа Б.Н. Жемочкина и метод конечных элементов. Расчет вели на ПК «Лира». Выполнен расчет изолированной бетонной плиты на двухслойном основании под действием статической вертикальной нагрузки, приведен пример оптимизации бетонной плиты с продольными ребрами, установленными для увеличения жесткости плиты.

Введение

Как известно, руководством страны определены задачи по улучшению качества местных дорог. Значительное количество местных дорог имеют небольшую протяженность, это подъезды к населенным пунктам и другим всевозможным объектам. Среди таких дорог большой процент имеют низший тип дорожной одежды с покрытием из грунтов, в лучшем случае, устроенных из оптимальных грунтовых смесей или грунтов, улучшенных скелетными добавками. Такие дорожные одежды необходимо усовершенствовать. При улучшении дорог небольшой протяженности, по мнению авторов, могут быть востребованы сборные бетонные покрытия, поскольку на небольших участках разворачивать бетоноукладочные комплексы нецелесообразно, проще уложить готовые плиты. Кроме того, покрытия из готовых плит можно устраивать круглогодично, что также немаловажно в условиях поставленной задачи (за 3–4 года улучшить сеть местных дорог).

Вместе с тем, опыт эксплуатации бетонных покрытий показал, что, несмотря на высокую прочность самих бетонных плит, под них

необходимы прочные основания. При укладке бетонных плит на слабое основание, в нем, в результате нажимов, упруго прогибающихся при проходах автомобилей плит, накапливаются остаточные деформации. Вначале под плитами образуются полости и плиты теряют контакт с основанием, а затем в них появляются трещины, что, в конечном итоге, приводит к разрушению плиты. Увеличение прочности основания приводит к существенному удорожанию дорожной одежды. Второй путь увеличения срока службы покрытий из сборных плит это увеличение жесткости плит, т.е. уменьшение величины их прогибов под нагрузкой. Решение этой задачи может быть достигнуто, в том числе, оптимизацией геометрической формы и размеров плиты. Важной задачей также является определение необходимой (минимально допустимой) прочности основания под имеющуюся жесткость и прочность плиты.

Расчеты

Для проведения расчетов по оптимизации плиты и самой конструкции дорожной одежды со сборным бетонным покрытием авторы использовали смешанный метод строительной механики на основе способа Б.Н. Жемочкина и метод конечных элементов. Расчеты выполнены на ПК «Лира». В качестве примера, был выполнен расчет прямоугольной бетонной плиты на двухслойном основании под действием вертикальной нагрузки (рис. 1). С этой целью контактная поверхность плиты разбивалась на прямоугольные участки и в центре каждого участка ставилась вертикальная связь, через которую осуществлялся контакт плиты с упругим основанием (рис. 2). Считалось, что усилие в связи вызывает равномерно распределенное распределение контактных напряжений в пределах каждого участка. За неизвестные принимались усилия в вертикальных связях, а также линейное и два угловых перемещения введенного защемления по оси симметрии плиты. Основная система представлена на рис. 3.

Полученные результаты расчетов приведены на рисунках 4-5. По данным результатам можно видеть деформации и контактные напряжения в любой точке плиты, что дает возможность проводить исследования по ее оптимизации.

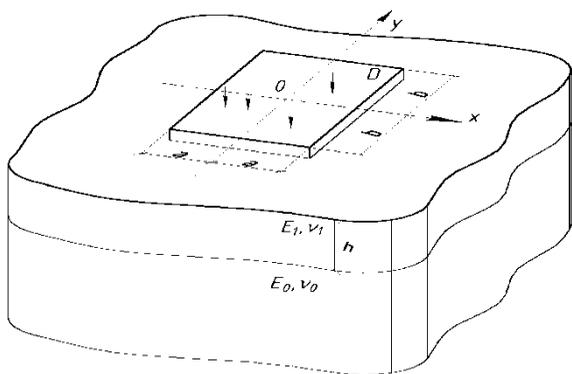


Рис. 1 – Прямоугольная плита на упругом двухслойном основании

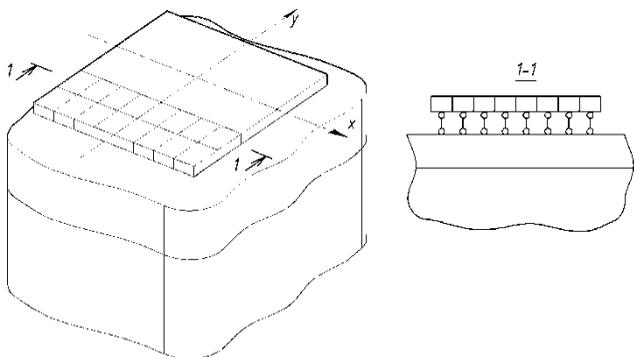


Рис. 2 – Деление плиты на участки Б.Н. Жемочкина

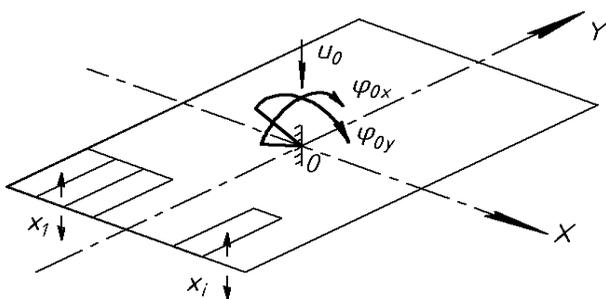


Рис. 3 – Основная система смешанного метода

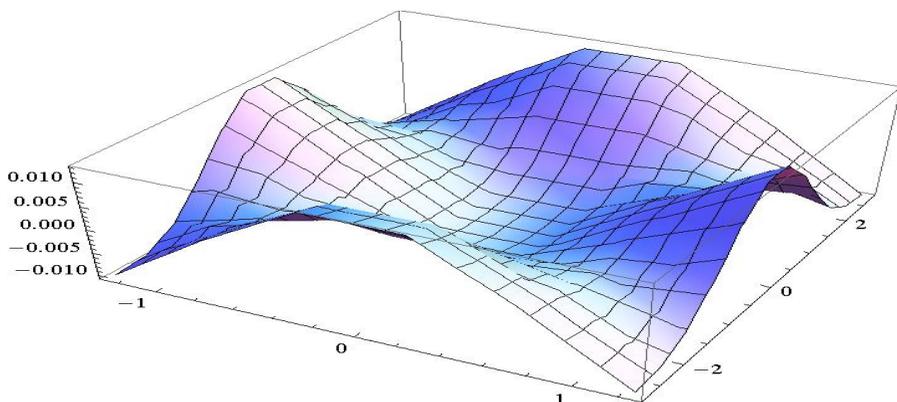


Рис. 4 – Поверхность вертикальных перемещений, м

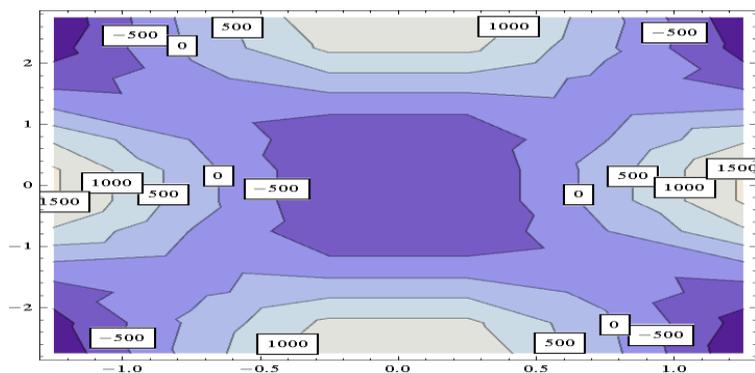


Рис. 5 – Изолинии равных контактных напряжений, кПа

Для увеличения жесткости плиты (т.е. уменьшения ее осадок при проезде транспорта), авторами предложено плиты устраивать с двумя продольными ребрами, а сами плиты укладывать на рыхлый перемешанный с цементом грунт. Ребра предлагается располагать на полосах наката. Для эффективности продольных ребер с точки зрения увеличения жесткости, а также для определения оптимальной формы и размеров поперечных ребер, выполнены расчеты, приведенным выше методом. Результаты расчетов представлены на рисунке 6, из которого видно, что продольные ребра значительно увеличивают жесткость плиты. Оптимальной формой поперечного сечения продольных ребер является

треугольная форма (исследовались треугольная, квадратная, трапециевидальная и в виде полукруга). Определена также оптимальная высота продольных ребер, которой является 18-20 см.

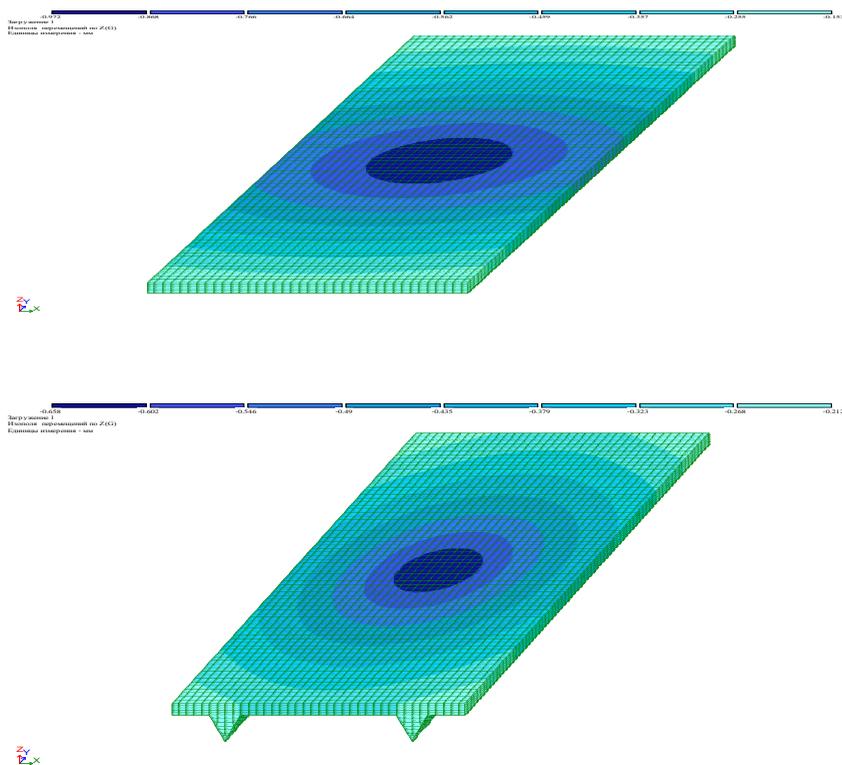


Рис. 6 – Вертикальные перемещения плиты

Заключение

В результате выполненной работы показана возможность проведения исследований по оптимизации плиты для сборных бетонных покрытий методом Б.Н. Жемочкина и методом конечных.

Для увеличения жесткости бетонной плиты предложено устраивать их с продольными ребрами. Расчетом доказана эффективность таких ребер, а также определена оптимальная форма поперечного сечения и высота.