

УДК 625.8

Н.Е. КОКОДЕЕВА, канд. техн. наук,
Саратовский государственный технический университет

Программа расчета риска возникновения трещин в конструкциях дорожных одежд

Программа позволяет выполнять расчеты дорожных одежд нежесткого типа автомобильных дорог общего пользования согласно требованиям нормативных документов ОДН 218.046–01 [1], ОДМ 218.5.001–2009 [2] на основе теоретико-вероятностного подхода теории риска проф. В.В. Столярова. В результате представляется возможность выбора оптимальных вариантов решений на основе сравнительного анализа эффективности применения в конструкциях дорожных одежд геосеток и плоских георешеток в сравнении с конструкциями без них.

Расчет соответствует требованиям нормативных документов и может быть использован для проектирования дорожных одежд при строительстве новых автомобильных дорог, на новых участках реконструированных дорог, при усилении существующих дорожных одежд.

Программное обеспечение позволяет полностью автоматизировать расчет, в частности отойти от использования номограмм, дорожной одежды нежесткого типа для капитального, облегченного и переходного типов автомобильных дорог; сохранять результаты расчетов в файле, а также представить результаты сравнения двух дорожных одежд в наглядном графическом виде. В программе осуществлена привязка соответствующих коэффициентов к выбранному типу дорожного покрытия и его марке в соответствии с [1], что значительно упрощает ввод исходных данных.

Расчет на прочность выполняется в соответствии с требуемым уровнем надежности, под которым понимают вероятность безотказной работы в течение межремонтного срока службы дорожной одежды.

Уникальность программы RISK_01 заключается в расчете риска возникновения трещин в монолитном слое при изгибе, что в полной мере обеспечивает выполнение федеральных законов № 184-ФЗ «О техническом регулировании» и № 257-ФЗ «Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в Российской Федерации», требующих рассматривать эксплуатационные характеристики на основе оценки степени риска и степени причинения ущерба.

Понятие «риск возникновения трещин в монолитном слое при изгибе» является качественной инженерной характеристикой дорожной одежды нежесткого типа и имеет следующее математическое толкование:

$$r_t = \frac{S_{трещ}}{S_{общ}}, \quad (1)$$

где r_t – вероятность нежелательного события, представляющая собой риск возникновения трещин в монолитном слое при изгибе; $S_{трещ}$ – площадь участков с трещинообразованием в монолитном слое дорожной одежды нежесткого типа за период времени t , м²; $S_{общ}$ – общая площадь участка монолитного слоя дорожной одежды нежесткого типа, м².



Рис. 1. Окно «Ввод исходных данных»

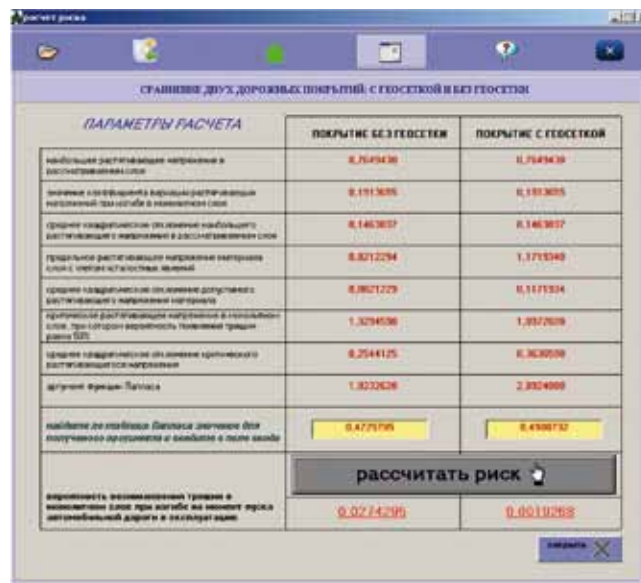


Рис. 2. Окно «Результаты расчета»

Скриншот окна «Таблица Лапласа» в программе RISK_01. Таблица содержит значения для различных параметров, включая коэффициенты, модули упругости и прочностные характеристики.

Рис. 3. Окно «Таблица Лапласа»

Скриншот меню «Сохранение результатов расчета» в программе RISK_01. Включает поля для ввода параметров: коэффициент, учитывающий особенности напряженного состояния; расчетное давление; суммарная толщина слоев асфальтобетона; расчетный диаметр следа колеса; общий модуль упругости на поверхности основания; средний модуль упругости слоев асфальтобетона; дорожно-климатическая зона; расчетное суммарное число приложений расчетной нагрузки; нормативные и расчетные значения прочностных и деформационных характеристик конструктивных слоев; уровень надежности; прочность геосетки; коэффициент, учитывающий снижение прочности вследствие усталостных явлений; коэффициент, учитывающий снижение прочности во времени; коэффициент вариации общего модуля упругости; коэффициент вариации среднего модуля упругости; коэффициент вариации суммарной толщины асфальтобетонных слоев.

Рис. 4. Меню «Сохранение результатов расчета»



Рис. 5. Окно «Анализ результатов расчета»

Взаимосвязь уровня надежности (K_H) и риска возникновения трещин в монолитном слое при изгибе (r):

$$K_H = 1 - r. \quad (2)$$

Последовательность расчета вероятности возникновения трещин в монолитном слое при изгибе представлена в работах [3,4,5,6]. Этот метод расчета позволяет на основании сравнительного анализа выбрать наиболее рациональный вариант дорожной одежды с геосеткой и плоских георешеток или без них.

Основными функциями программы RISK_01 являются прочностные расчеты конструкции нежестких дорожных одежд с применением геосеток и плоских георешеток. В число реализованных основных алгоритмов входят:

- расчет сопротивления монолитных слоев усталостному разрушению от растяжения при изгибе;
- расчет риска возникновения трещин в монолитном слое при изгибе.

Исходными данными (рис. 1) для выполнения вышеуказанных расчетов являются:

- коэффициент, учитывающий особенности напряженного состояния покрытия конструкции под спаренным баллоном;
- расчетное давление;
- суммарная толщина слоев асфальтобетона;
- расчетный диаметр следа колеса движущегося автомобиля;
- общий модуль упругости на поверхности основания;
- средний модуль упругости слоев асфальтобетона;
- дорожно-климатическая зона;
- расчетное суммарное число приложений расчетной нагрузки за срок службы монолитного покрытия с учетом числа расчетных суток за срок службы;
- нормативные и расчетные значения прочностных и деформационных характеристик конструктивных слоев;
- уровень надежности;
- прочность геосетки (или плоской георешетки);
- коэффициент, учитывающий снижение прочности вследствие усталостных явлений при многократном приложении;
- коэффициент, учитывающий снижение прочности во времени от воздействия погодных-климатических факторов;
- коэффициент вариации общего модуля упругости на поверхности основания;
- коэффициент вариации среднего модуля упругости;
- коэффициент вариации суммарной толщины асфальтобетонных слоев.

Результатами расчета (рис. 2) при сравнении конструкций дорожных одежд нежесткого типа с геосеткой и без геосетки являются:

- наибольшее растягивающее напряжение в рассматриваемом слое;
- коэффициент вариации растягивающих напряжений при изгибе в монолитном слое;
- среднее квадратическое отклонение наибольшего растягивающего напряжения в рассматриваемом слое;
- предельное растягивающее напряжение материала слоя с учетом усталостных явлений;
- среднее квадратическое отклонение допустимого растягивающего напряжения материала;
- критическое растягивающее напряжение в монолитном слое, при котором вероятность появления трещин равна 50%;
- среднее квадратическое отклонение критического растягивающегося напряжения;
- аргумент функции Лапласа.

Используя таблицу Лапласа (рис. 3), расположенную в панели инструментов, находят значение для полученного аргумента и после его ввода рассчитывают вероятность возникновения трещин в монолитном слое при изгибе на момент пуска автомобильной дороги в эксплуатацию.

Результаты расчета возможно сохранить в файле (рис. 4).

Для сравнительного анализа полученных результатов используют в активном окне функцию «Анализ результатов» (рис. 5). В данном примере получили, что при исходных данных, отраженных на рис. 1–4 (и отличном качестве строительства [7], выраженном в виде коэффициента вариации 0,1), вероятность возникновения трещин в монолитном слое при изгибе при использовании геосетки будет снижена на 92,9% по сравнению с конструкцией, где геосетка отсутствует.

Данная программа разработана автором статьи при участии инженера О.В. Мироненкова.

Ключевые слова: программное обеспечение, техническое регулирование, теория риска, геосетка, прочность, вероятность нарушения монолитного слоя при изгибе.

Список литературы

1. Проектирование жестких дорожных одежд (ОДН 218.046–01) / Гос. служба дор. хоз. Министерства транспорта РФ. М.: Транспорт, 2001. 145 с.

2. Методические рекомендации по применению геосеток и плоских георешеток для армирования асфальтобетонных слоев усовершенствованных видов покрытий при капитальном ремонте и ремонте автомобильных дорог (ОДМ 218.5.001–2009) / М.: РОСАВТОДОР. 2010. 85 с.
3. Столяров В.В. Проектирование автомобильных дорог с учетом теории риска. Ч. 1, 2. Саратов: СГТУ, 1994. 184 с., 232 с.
4. Кокодеева Н.Е. Влияние влажности подстилающего слоя грунта на вероятности нарушения сплошности монолитного слоя при изгибе // Актуальные проблемы эксплуатации транспорта: Межвуз. науч. сб. Саратов: СГТУ, 2000. С. 139–144.
5. Столяров В.В., Кокодеева Н.Е. Методическое обеспечение проектирования дорожных одежд жесткого типа с применением геоматериалов с учетом принципов технического регулирования (на основе теории риска) // Строительство и реконструкция. Известия. Орел: ГТУ. 2010. № 4/30 (5966).
6. Кокодеева Н.Е. Принципы технического регулирования при проектировании дорожных одежд жесткого типа с применением геоматериалов (на основе теории риска) // Строительные материалы. 2011. № 1. С. 25–28.
7. Семенов В.А. Качество и однородность автомобильных дорог. М.: Транспорт, 1989. 125 с.



ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «ЦЕНТР ПРОЕКТНОЙ ПРОДУКЦИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ» (ОАО ЦПП)

ОСУЩЕСТВЛЯЕТ

ведение Федерального фонда нормативной, методической, типовой проектной документации и других изданий для строительства, архитектуры и эксплуатации зданий и сооружений.

ИЗДАЕТ И РАСПРОСТРАНЯЕТ

- ☐ федеральные нормативные документы (СНиП, ГСН, ГЭСН, ФЕР, ГОСТ, ГОСТ Р, СП, СН, РДС, НПБ, СанПиН, ГН) — официальные издания
- ☐ методические документы и другие издания по строительству (рекомендации, инструкции, указания)
- ☐ типовую проектную документацию (ТПД) жилых и общественных зданий, предприятий, зданий и сооружений промышленности, сельского хозяйства, электроэнергетики, транспорта, связи, складского хозяйства и санитарной техники

- ☐ справочно-информационные издания о нормативной, методической и типовой проектной документации (Информационный бюллетень, Перечни НМД и ТПД и др.)
- ☐ Общероссийский строительный каталог (тематические каталоги, перечни, указатели)
- ☐ проекты коттеджей, садовых домов, бань, хозяйственных построек, теплиц

ОАО ЦПП осуществляет сертификацию проектной документации на строительные конструкции и объемно-планировочные и конструктивные решения зданий и сооружений. Центр аккредитован в качестве Органа по сертификации в Системе ГОСТ Р (ОС «ГУП ЦПП» — аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.11CP48).

ТЕЛЕФОНЫ ДЛЯ СПРАВОК

ОТДЕЛ ЗАКАЗОВ И РЕАЛИЗАЦИИ	(495)482-4294	ОТДЕЛ ФОНДА ДОКУМЕНТАЦИИ	(495)482-4112
ПРОЕКТНЫЙ КАБИНЕТ	(495)482-4297	ОТДЕЛ СЕРТИФИКАЦИИ	(495)482-0778
ФАКС: (495)482-4265			

Наш адрес: 127238, Москва, Дмитровское шоссе, 46, корп. 2