

АВТОМОБИЛЬНЫЙ ТРАНСПОРТ

УДК 624.131.439

А.О. Афиногенов

О ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО ДОРОЖНО-КЛИМАТИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Поскольку разнообразие климатических, почвенно-грунтовых и гидрологических условий на обширной территории Российской Федерации не позволяет проектировать автомобильные дороги по единым правилам, нормы [1] предусматривают деление ее на дорожно-климатические зоны. Зоны дорожного районирования примерно соответствуют границам почвенных и ландшафтно-географических зон. СНиП 2.05.02-85* выделяет на территории России 5 дорожно-климатических зон. Однако практика проектирования автомобильных дорог показывает, что необходимо более дифференцированное районирование. Не случайно нормы по проектированию нежестких дорожных одежд [2] в 2001 г. разделили III дорожно-климатическую зону на 3 подзоны, II - на 6 подзон. К сожалению, уточнения районирования территории Сибири при этом не произошло.

Территорию Кемеровской области СНиП 2.05.02-85* относит к III дорожно-климатической зоне (ОДН 218.046-01 - к подзоне III₁). При этом значительную часть Кузбасса занимают избыточно увлажненные лесные районы Кузнецкого Алатау и Горной Шории, по комплексу природных условий соответствующие II дорожно-климатической зоне. Несмотря на относительно небольшую площадь, Кемеровская область отличается существенным разнообразием природных условий, поэтому осреднение соответствующих показателей приводит к необоснованному назначению расчетных значений характеристик грунтов земляного полотна, что снижает качество проектных решений и не обеспечивает требуемой эксплуатационной надежности дорожных одежд.

Для территории Кемеровской области проф. В.Н. Ефименко рекомендовано деление на четыре дорожных района (1-4); три подзоны (Р – равнинная, Х – холмистая, Г – горная) и две зоны (II и III по СНиП 2.05.02-85*) [3]. Выделение районов выполнено на основе обобщений и анализа основных географических комплексов, влияющих на службу

дорог. Для дорожных районов, представляющих собой генетически однородную территорию, характеризующую типичными, свойственными только ей климатом, геологией, рельефом местности, растительностью, почвами, видом грунта и его влажностью в характерные периоды года. В результате изучения водно-теплового режима земляного полотна автомобильных дорог региона рекомендован комплекс расчетных значений характеристик глинистых грунтов для проектирования земляного полотна и дорожных одежд.

Такой подход является значительным шагом в направлении обеспечения требуемого качества проектирования дорог в региональных условиях, но требует экспериментальной проверки ряда положений. Автором выполнены исследования, способствующие решению данной задачи [4, 5].

Одним из основных критериев дорожно-климатического районирования является увлажненность территории, характеризующаяся гидротермическим коэффициентом Г.Т. Селянинова (отношение суммы осадков за период со среднесуточными температурами воздуха выше 10⁰С к сумме температур за это же время, уменьшенной в 10 раз). Естественно предположить, что при правильном районировании по данному критерию, значение гидротермического коэффициента должно иметь тесную связь с фактической увлажненностью грунтов в насыпях строящихся автомобильных дорог.

В качестве показателя (коэффициента) увлажненности предлагается принимать отношение фактической влажности грунта в насыпи дороги к его оптимальной влажности, определяемой по ГОСТ 22733-2002. В работе [6] получены экспериментальные значения коэффициента увлажненности $K_{увл}$ для различных климатических районов Кемеровской области. Используя их и средние значения гидротермического коэффициента Селя-

Таблица 1

Показатель	Дорожно-климатический район			
	П.Х.1	П.Г.2	III.Р.3	III.Х.4
Гидротермический коэффициент Селянинова	1,9	1,5	1,3	1,1
Коэффициент увлажненности грунта	1,22	1,07	1,04	0,95
Коэффициент уплотнения грунта	0,941	0,962	0,973	0,986

нинова (K_c) по соответствующим климатическим районам, рассчитанные В.Н. Ефименко [3], выполнена оценка взаимосвязи параметров. Результаты приведены в табл. 1 и на рис. 1.

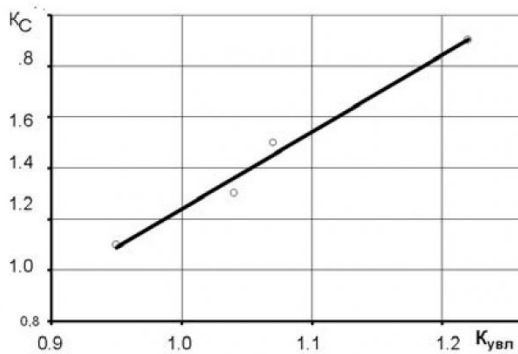


Рис. 1. Связь гидротермического коэффициента Селянинова и коэффициента увлажнения грунтов

Из рис. 1 видно, что зависимость K_c – $K_{увл}$ достаточно тесная и практически прямая. Аналитически она может быть выражена зависимостью (при $R^2 = 0,9823$):

$$K_c = 3,02K_{увл} - 1,78 \cdot$$

Относительная влажность (коэффициент увлажнения) глинистых грунтов, используемых в насыпях автомобильных дорог, - один из наиболее важных технологических параметров, учитываемых при сооружении земляного полотна. Столь тесная связь его и гидротермического коэффициента однозначно подтверждает целесообразность и достоверность дифференцированного дорожно-климатического районирования территории Кемеровской области. Кроме того, такое районирование может служить не только для целей проектирования дорог, но и быть полезным для проектирования мероприятий по их строительству.

В табл. 2 приведены среднестатистические значения основных строительных характеристик глинистых грунтов по отдельным дорожно-климатическим районам Кемеровской области.

Данные табл. 2 показывают, что строительные свойства грунтов по отдельным районам существенно различаются (кроме районов Ш.Р.3 и

Ш.Х.4), и подтверждают необходимость использования в практической деятельности дифференцированного дорожно-климатического районирования. Несмотря на незначительное различие показателей по районам Ш.Р.3 и Ш.Х.4, значения коэффициентов увлажнения для них существенно разнятся, что сказывается и на достигаемых коэффициентах уплотнения грунта (см. табл. 1), т.е. из представленных данных не следует возможность объединения указанных климатических районов. Причем, установлена тесная связь между коэффициентом увлажнения грунта и достигаемой степенью его уплотнения при возведении насыпей в отдельных климатических районах. Эту зависимость иллюстрирует рис.2.

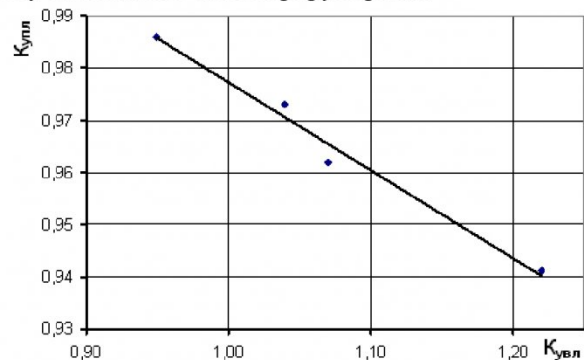


Рис. 2. Взаимозависимость коэффициентов уплотнения и увлажнения грунта

Коэффициент уплотнения грунта земляного полотна является основным параметром, характеризующим надежность и прочность дорожной конструкции, его можно считать одним из интегральных показателей качества автомобильной дороги. Существенное различие достигаемых зна-

Таблица 2

Показатель грунта	Дорожно-климатический район			
	Ш.Х.1	Ш.Г.2	Ш.Р.3	Ш.Х.4
Максимальная плотность, кг/см ³	1,84	1,66	1,71	1,72
Оптимальная влажность, %	15,45	21,74	19,15	19,98
Фактическая (естественная) влажность в насыпи, %	18,80	23,28	19,88	19,10

чений $K_{упл}$ по отдельным климатическим районам и их тесная зависимость от коэффициента увлажнения (соответственно, и от гидротермического коэффициента Селянинова) также являются аргументами в пользу дифференцированного дорожно-климатического районирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СНиП 2.05.02-85*. Автомобильные дороги / Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 2001. – 55 с.
2. ОДН 218.046-01. Проектирование жестких дорожных одежд / Минтранс России. - М.: Информавтодор, 2001. - 145 с.
3. Ефименко, В.Н. Дорожно-климатическое районирование территории юго-восточной части Западной Сибири// Разработка рациональных методов проектирования, строительства и эксплуатации автомобильных дорог и мостов: Сб. науч. тр. – Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1981. – С. 14-23.

4. Афиногенов, А.О. К вопросу назначения строительно-технологических свойств глинистых грунтов // Вестн. Кузбасского гос. тех. унив., 2009. – № 4. – С. 82-86.

5. Афиногенов, А.О. К вопросу проектирования технологии уплотнения глинистых грунтов // Вестн. Кузбасского гос. тех. унив., 2009. – № 3. – С. 124-128.

6. Афиногенов, А.О. Зависимости для разработки региональных норм плотности глинистых грунтов в насыпях автомобильных дорог // Молодой ученый. – 2010. – № 4. – С. 49-53.

□ Автор статьи:

Афиногенов
Алексей Олегович
- соискатель каф. автомобиль-
ных дорог КузГТУ.
Email: afinogenov@smtp.ru

УДК 625.72

П.А. Елугачев, М.А. Катасонов

ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ «КОРИДОР» ПРЕДПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Пространственное трассирование дороги – это процесс соблюдения требований к сочетаниям элементов трассы в пространстве, обеспечивающим ее плавность и ясность направления [1].

С введением Градостроительного кодекса РФ - 190 ФЗ, Постановлением Правительства РФ № 87 от 16 февраля 2008 г. « О составе разделов проектной документации...» проектирование объектов капитального строительства, к которым относится автомобильная дорога, осуществляется в 2 стадии: проектная и рабочая документация при этом упразднена стадия обоснования инвестиций.

В связи с сокращением сроков проектирования требуется принятие «быстрых» проектных решений в соответствии с нормативными требованиями. В этом случае дорожникам помогают системы автоматизированного проектирования автомобильных дорог (САПР), которые широко используются в современных условиях проектно-исследовательскими организациями.

Однако для «быстрых» решений традиционный САПР мало приспособлен, так как при разработке компьютерных моделей автодорог и их сравнении требуется время, сопоставимое со временем разработки нескольких проектов. По этим причинам решения, принимаемые проектными организациями, чаще всего приводят, либо к срыву сроков проектирования, либо исключают возможность вариантного проектирования.

Для вариантного проектирования в помощь проектировщику могут прийти системы автоматизированного проектирования автомобильных дорог с возможностями вариантного пространственного трассирования или так называемого поиска «коридора решений».

В этом направлении ведутся разработки: в Германии компанией A+S Consult (CAD Corridor-Finder) и в России компанией IndorSoft (CAD IndorCAD/Road).

Вообще преимуществом таких систем вариантного пространственного трассирования являет-

ся «быстрое» проектирование, моментальная визуальная оценка проекта, стоимости и условий движения, а также трехмерное презентационное отображение.

Развитие CorridorFinder и IndorCAD/Road ведется с использованием аналогичных математических моделей – кривых Безье.

Альтернативой существующим подходам к трассированию дорог, когда «склеиваются» различные плоские геометрические элементы (прямые, дуги окружностей, клоатоиды), являются сплайны. Это новый математический аппарат вычислительной геометрии, который широко применяется во всех сферах геометрического моделирования. Не вдаваясь в суть построения трасс дорог на основе сплайнов, заметим, что уже запроектировано и построено ряд дорог, в том числе и в России, где при трассировании использовался аппарат сплайнов. Эти дороги отличаются высокой плавностью очертаний и комфортом движения.

Особо следует отметить подмножество сплайнов, так называемые кривые Безье, которые обладают рядом замечательных свойств, приемлемых для целей трассирования дорог. Кривые Безье строятся на основе характеристического многоугольника (в дорожной терминологии – на основе тангенциального хода), но, в тоже время, являются геометрическими функциями в трехмерном пространстве. Это обстоятельство позволяет строить алгоритмы пространственного трассирования дорог на основе этих кривых.

Однако в аналитическом блоке перечисленных САПР есть ряд значительных отличий. Например IndorCAD/Road, в отличие от Corridor-Finder позволяет трассировать в пространстве, с анализом графиков кривизны и кручения.

Кручение – новое геометрическое понятие для трассы автомобильной дороги как кривой в пространстве, но именно кручением кривой можно объяснить многие из явлений зрительного восприятия, которые до сих пор оцениваются и объясня-