

Использование местных материалов в конструкциях дорожных одежд

Савуха А.В., Солодкая М.Г.

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Продукцией автомобильного транспорта является объем транспортной работы, а ее стоимость определяется себестоимостью перевозок грузов и пассажиров, являющейся важнейшим экономическим измерителем работы автомобильного транспорта. Следовательно, определение экономического эффекта от капиталовложений в дорожное строительство должно, основываясь, прежде всего, на определении уменьшения стоимости автоперевозок грузов и пассажиров на участках проектируемых дорог.

Затраты на постройку и последующую эксплуатацию дороги, включая средства, необходимые для выполнения среднего и капитального ремонта, во всех разработанных методах технико-экономического анализа предлагается учитывать в комплексе с транспортными расходами.

Научные исследования и производственный опыт ряда дорожных организаций указывают на принципиальную возможность широкого использования местных дорожно-строительных материалов при строительстве экономичных и долговечных дорожных одежд на автомобильных дорогах различных категорий.

Конструктивные схемы дорожных одежд должны быть объединены по степени капитальности в равнопрочные группы с одинаковыми для каждой группы эквивалентными модулями деформации [1].

Для каждой группы дорожных одежд, с учетом категории дороги, принят требуемый эквивалентный модуль деформации, соответствующий легкому и среднему автомобильному движению [2]. Дополнительно учитываются данные о строительной стоимости и затратах привозных и местных материалов.

Данные о ежегодных дорожно-эксплуатационных расходах, отчисления на восстановление и переустройство дорог и себестоимо-

сти перевозок, впредь до накопления данных о службе дорожных одежд с местными материалами, можно получить из таблиц 2–5, помещенных в работе Н.Ф. Хорошилова [3].

Выявление технико-экономической целесообразности применения местных материалов должно начинаться на стадии конструирования дорожной одежды.

Основным критерием допустимости применения местного материала в соответствующем конструктивном слое является равнопрочность рассматриваемых конструкций дорожных одежд или отдельных конструктивных слоев, устраиваемых из местных и привозных материалов.

Согласно теории прочности нежестких одежд, равнопрочными считаются те конструктивные слои или многослойные системы, которые обладают одинаковой жесткостью и распределяющей способностью при действии одинаковых нагрузок. Для равнопрочных систем должно существовать равенство их эквивалентных модулей деформации, т. е.

$$E_{\text{экв}}^M = E_{\text{экв}}^n, \quad (1)$$

где $E_{\text{экв}}^M$ – эквивалентный модуль деформации конструкции с местным материалом;

$E_{\text{экв}}^n$ – то же с привозным материалом.

Эквивалентный модуль деформации многослойной системы зависит от модулей деформации каждого слоя, толщины слоев и модуля деформации грунтового основания.

Используя принцип эквивалентности систем, можно заменять отдельные конструктивные слои дорожной одежды, устраиваемые из определенных материалов, эквивалентными по жесткости слоями из других материалов, увеличивая или уменьшая их толщину, в зависимости от прочностных характеристик используемых материалов.

Толщина эквивалентного слоя, приведенного к материалу грунтового основания, вычисляется по формуле профессора Г.И. Покровского [4].

$$h_{\text{экв}} = h \cdot 2,5 \sqrt{\frac{E_1}{E_0}} \quad (2)$$

где $h_{\text{экв}}$ – толщина эквивалентного слоя;

h – толщина слоя материала с модулем деформации E ;

E_0 – модуль деформации грунта основания.

Для случая применения привозного материала толщина эквивалентного слоя определяется по формуле:

$$h_{\text{экв}}^n = h \cdot 2,5 \sqrt{\frac{E_n}{E_0}} \quad (3)$$

Аналогично для местного материала:

$$h_{\text{экв}}^m = h \cdot 2,5 \sqrt{\frac{E_m}{E_0}} \quad (4)$$

Исходя из условия равнопрочности конструкций с местными и привозным материалом, можно написать основное условие технической целесообразности в следующем виде:

$$h_{\text{экв}}^m = h_{\text{экв}}^n \quad (5)$$

Стоимость устройства единицы площади основания в общем случае будет равна:

$$S = A + hc \quad (6)$$

где A – расходы на устройство 1м^2 основания, не зависящие от вида каменного материала,

h – толщина слоя в м,

c – стоимость 1м^3 материала франко-трасса.

Тогда:

$$\begin{aligned} S_m &= A_1 + h_m c_m \quad \text{и} \\ S_n &= A_2 + h_n c_n \end{aligned} \quad (7)$$

Критерий экономической целесообразности использования местного материала может быть записан в виде неравенства

$$\begin{aligned} S_m &\leq S_n \\ A_1 + h_m c_m &\leq A_2 + h_n c_n \quad \text{Положив } A_1 \approx A_2 \end{aligned} \quad (8)$$

$$\frac{h_n}{h_m} \geq \frac{C_m}{C_n} \quad (9)$$

Исходя из выражений (8), (9), будем иметь

$$h_m \cdot 2,5 \sqrt{\frac{E_m}{E_0}} = h_{\text{эКВ}}^m = h_n \cdot 2,5 \sqrt{\frac{E_n}{E_0}} \quad (10)$$

$$\frac{h_n}{h_m} = 2,5 \sqrt{\frac{E_m}{E_n}} \quad (11)$$

Подставляя в выражение (11) значение $\frac{h_n}{h_m}$ будем иметь в окончательном виде нужное для технико-экономических сравнений уравнение:

$$\frac{C_m}{C_n} \leq 2,5 \sqrt{\frac{E_m}{E_n}} \quad (12)$$

В полученном уравнении значения $\frac{C_m}{C_n}$ могут изменяться от 1 до

0. Практические пределы изменяемости этого отношения уже значительны.

Границы предельно допустимых значений приведены в таблице 1.

Таблица 1

$\frac{C_m}{C_n}$	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4
$\frac{E_m}{E_n}$	1	0,768	0,606	0,410	0,279	0,177	0,101

Для производства технико-экономического сравнения необходимо знать расчетные модули деформаций сравниваемых материалов. Расчетные значения модулей деформации зависят не только от свойств материала, но и от условий увлажнения, и дренирования, режима промерзания и оттаивания. При назначении расчетных модулей деформации необходимо пользоваться соответствующими таблицами и рекомендациями инструкции по назначению конструкций дорожных одежд нежесткого типа.

Приводимые в таблице значения модулей не могут учесть все многообразие условий и расширяющийся ассортимент местных материалов. В некоторых случаях возникает необходимость определения расчетного модуля деформации местного материала экспериментальным путем. При этом следует иметь в виду, что в процессе эксплуатации дороги материал конструктивного слоя будет измельчаться и изменять свою первоначальную прочность, оцениваемую модулем деформации. Поэтому величину расчетного модуля деформации рекомендуется определять непосредственно в полевых условиях на существующих участках дороги, построенных из этих материалов.

Сравнение сводится к соответствующим полученным численным значениям $\frac{E_m}{E_n}$ и $\frac{C_m}{C_n}$. Если значение в зоне технико-

экономического обоснования, то местный материал можно использовать в проектируемой конструкции дорожной одежды.

Литература

1. Транспортно-эксплуатационная оценка основных элементов автомобильных дорог при разработке проектно-сметной документации / Н.Ф. Хорошилов //Труды СоюздорНИИ. – М., 1968. – Вып. 19.
2. Коганзон, М.С. Оценка и обеспечение прочности дорожных одежд нежесткого типа / М.С. Коганзон, Ю.М. Яковлев. – М., 1990.
3. Семенов, В.А. Качество и однородность автомобильных дорог. – М., 1989.
4. Горельшев, Н.В. и др. Материалы и изделия для строительства дорог: Справочник. – М.: Транспорт, 1986. – 288 с.