

АВТОМОБИЛЬНЫЕ дороги



12

1977



Учет стоимости грунта земляного полотна

Инж. А. Э. ЮНИЦКИЙ

В настоящее время проектирование и выбор рациональной дорожной конструкции (дорожная одежда + земляное полотно) сводят, как правило, к проектированию и выбору оптимальной дорожной одежды и определению поправки к объему земляного полотна на ее устройство. При этом упускается из виду, что при изменении толщины слоев одежды в процессе оптимизации изменяется ее общая толщина и соответственно величина поправки к объему земляного полотна и его стоимость. Поэтому принятый вариант дорожной конструкции не гарантирует оптимальность решения, так как изменение одного из слагаемых ее стоимости (стоимости земляного полотна) фактически не принималось в расчет в процессе оптимизации.

Этот недостаток легко устраним, если при определении стоимости слоя дорожной одежды использовать следующие зависимости (возможны два расчетных случая).

1. На участках автомобильных дорог, относящихся к I типу местности по характеру и степени увлажнения, продольный профиль проектируют независимо от конструкции дорожной одежды и ее толщины. Поэтому каждый слой одежды в насыпи уменьшает, а в выемке увеличивает объем земляных работ только на величину, равную объему этого слоя, и его расчетная стоимость $C_{сл}$ (руб./100 м²), равная изменению, которое внес в стоимость дорожной конструкции этот слой, может быть выражена формулами:

а) в насыпи

$$C_{сл} = h_{сл} (C_{сл}^1 - C_{гр}), \quad (1)$$

где $h_{сл}$ — толщина слоя дорожной одежды, см; $C_{сл}^1$ — сметная стоимость слоя, толщиной 1 см и площадью 100 м², руб; $C_{гр}$ — стоимость слоя грунта в насыпи толщиной 1 см и площадью 100 м² (стоимость 1 м³ грунта в насыпи), руб/м³,

$$C_{гр} = K_y K_n C_{гр}^1, \quad (2)$$

где K_y — коэффициент относительного уплотнения грунта; K_n — коэффициент непредвиденного увеличения объема земляных работ; $C_{гр}^1$ — сметная стоимость 1 м³ грунта в насыпи с учетом его разработки, транспортирования и уплотнения, руб/м³;

б) в выемке

$$C_{сл} = h_{сл} [C_{сл}^1 + (C_{гр,в}^1 - C_{гр,р}^1)], \quad (3)$$

где $h_{сл}$, $C_{сл}^1$ — то же, что и в формуле (1); $C_{гр,в}^1$ — сметная стоимость разработки, транспортирования и уплотнения 1 м³ грунта из выемки в насыпь или отвал, руб/м³; $C_{гр,р}^1$ — то же, из резерва грунта в насыпь взамен грунта из выемки, руб/м³ (при разработке выемки в отвал $C_{гр,р}^1 = 0$).

Разность $C_{гр,в}^1 - C_{гр,р}^1$ определяет экономическую конкурентоспособность грунтов выемки и резерва для устройства насыпи.

2. На участках автомобильных дорог, где возвышение низа дорожной одежды над уровнем грунтовых вод или поверхностью земли $h_{ув}$ является определяющим для назначения рабочей отметки, каждый слой, кроме поправки к объему земляного полотна на его устройство, также изменяет рабочую отметку насыпи, что приводит к увеличению ее объема (рис. 1, заштрихованная часть). В этом случае расчетная стоимость слоя дорожной одежды (в руб./100 м²)

$$C_{сл} = h_{сл} (C_{сл}^1 - C_{гр} + \Delta V C_{гр}) = h_{сл} [C_{сл}^1 + C_{гр} (\Delta V - 1)], \quad (4)$$

где $h_{сл}$, $C_{сл}^1$, $C_{гр}$ — то же, что и в формуле (1); ΔV — изменение объема насыпи за счет увеличения ее рабочей отметки при изменении толщины слоя дорожной одежды на 1 см, отнесенное к площади слоя в 100 м², м³/100 м²;

$$\Delta V = \frac{2(B_0 + mH)}{B_{сл}}, \quad (5)$$

где B_0 — ширина обочины, м; m — заложение откосов; H — рабочая отметка, м; $B_{сл}$ — ширина слоя, м.

Такой подход к определению расчетной стоимости позволяет свести оптимизацию дорожной конструкции к оптимизации одежды, так как в стоимости ее конструктивных слоев учтены изменения в стоимости земляного полотна на их устройство.

Пример. Требуется определить расчетные стоимости слоев дорожной одежды автомобильной дороги II категории для перечисленных выше расчетных случаев.

Для возможности сравнения результатов, исходные данные для всех расчетных случаев приняты одинаковыми и представлены в табл. 1.

Таблица 1

Слой	Материал слоя	Толщина слоя, см	Сметная стоимость слоя толщиной 1 см, руб/100 м ²
1	Мелкозернистый асфальтобетон	5	30
2	Крупнозернистый асфальтобетон	8	24
3	Щебень	25	8
4	Песок мелкий	40	2
5	Грунт земляного полотна	—	1

Сметная стоимость грунта дана с учетом его относительного уплотнения и непредвиденного увеличения объема земляных работ (для расчетных случаев 1а и 2). Грунт из выемки разрабатывается в отвал (для расчетного случая 1б). Средняя высота насыпи равна 1,5 м (для расчетного случая 2). Поперечный разрез дорожной конструкции показан на рис. 2.

Расчет. Для расчетного случая 1а согласно формуле (1)

$$C_{сл} = h_{сл} (C_{сл}^1 - 1). \quad (6)$$

Поскольку грунт из выемки разрабатывается в отвал,

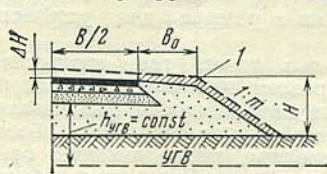


Рис. 1. Изменение объема земляных работ (заштрихованная часть) в зависимости от изменения толщины дорожной одежды (Δh)

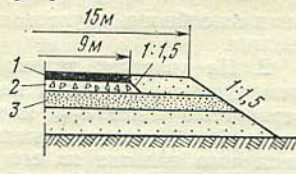


Рис. 2. Дорожная конструкция: 1 — покрытие; 2 — щебеночное основание; 3 — песчаный подстилающий слой

го в расчетном случае 1б $C_{гр,р}^1 = 0$ и формула (3) примет вид

$$C_{сл} = h_{сл} (C_{сл}^1 + 1). \quad (7)$$

В расчетном случае 2 ширина слоев дорожной одежды различна (она устраивается с присыпными обочинами), поэтому поправка ΔV в формуле (5) будет индивидуальна для каждого слоя.

$$\Delta V = \frac{2(B_0 + mH)}{B_{сл}} = \frac{2(3 + 1,5 \cdot 1,5)}{B_{сл}} = \frac{10,5}{B_{сл}} \text{ и}$$

$$C_{сл} = h_{сл} \left[C_{сл}^1 + 1 \left(\frac{10,5}{B_{сл}} - 1 \right) \right] = h_{сл} \left(C_{сл}^1 + \frac{10,5}{B_{сл}} - 1 \right). \quad (8)$$

Расчетные стоимости слоев, вычисленные по формулам (6), (7) и (8), представлены в табл. 2. Для сравнения показана их фактическая стоимость.

Таблица 2

Слой	Расчетные стоимости слоев, руб/100 м ²			
	Без учета стоимости грунта (фактическая стоимость)	С учетом стоимости грунта для расчетных случаев		
		1а	1б	2
1	150	145 (96,7)	155 (103,3)	150,8 (100,5)
2	192	184 (95,8)	200 (104,2)	193,3 (100,7)
3	200	175 (87,5)	225 (112,5)	202,4 (101,2)
4	80	40 (50,0)	120 (150,0)	63,0 (78,8)

Примечания. 1. В скобках указана стоимость слоев относительно их фактических стоимостей (в %).

2. Ширина слоев для расчетного случая 2 определялась по средней линии.

Из анализа данных табл. 2 следует, что соотношение стоимостей слоев различно для каждого расчетного случая и в значительной степени отличается от соотношения их фактических стоимостей, что приводит к другим оптимальным толщинам; наибольшее отличие расчетных стоимостей от фактических имеют нижние слои дорожной одежды (их стоимость меньше отличается от стоимости грунта), поэтому экономическая целесообразность их применения будет значительно зависеть от расчетного случая.

Как показали результаты анализа, проведенного автором, учет вышеуказанных факторов позволяет в некоторых случаях снизить стоимость дорожной конструкции автомобильных дорог I—III категорий на 3—5% практически без усложнения расчетов.

УДК 625.731.1:69.003