

УЧЕТ ПОЛЗУЧЕСТИ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ОПТИМАЛЬНЫХ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД

В механике дорожной одежды до настоящего времени важнейшим является вопрос о распространении вертикальных напряжений и деформаций сжатия слоистых систем. Зная закон распределения напряжений и деформаций, можно достаточно точно рассчитывать любую конструкцию дорожной одежды.

В настоящее время существует теория расчета слоистых дорожных одежд в упругой постановке. Научные разработки советских ученых прошли длительную производственную проверку и широко используются проектными и строительными дорожными организациями.

Расчет нежестких дорожных одежд развивается в направлении дальнейшего углубления теоретической базы, однако исследованию напряженно-деформированного состояния этих одежд с учетом ползучести используемых материалов уделено недостаточное внимание.

На основании исследований, проведенных в Белорусском ордена Трудового Красного Знамени технологическом институте им. С.М. Кирова, нами получены расчетные формулы и зависимости, позволяющие определить компоненты тензоров напряжения и перемещения для слоистых систем и однородного полупространства с учетом реологических свойств используемых материалов, а также разработаны алгоритмы и составлены программы для численного анализа полученных зависимостей. Программы составлены на языке ФОРТРАН-IV для машины ЕС-1020 применительно к ДОС ЕС.

Результаты исследований могут быть использованы для расчета дорожных одежд по двум предельным состояниям (растяжению при изгибе и допускаемому прогибу) с учетом ползучести, причем расчет по последнему из них был положен нами в основу решения поставленной задачи оптимизации.

В качестве критерия оптимальности, с помощью которого определяется эффективность того или иного варианта дорожной одежды, большинство авторов предлагают использовать сумму капитальных вложений. Они не учитывают эксплуатационные затраты: чем меньше первоначальные капиталовложения, тем больше эксплуатационные расходы. Так, если при строительстве дороги снизить расходы на капитальные вложения, то быстро возрастут расходы на ее текущий ремонт. Напротив, если спроектировать автомагистраль так, чтобы текущих расходов не было вообще, то первоначальные капитальные вложения резко возрастут. Следовательно, можно утверждать о существовании целевой функции, которая имеет экстремальные значения. Использовалась целевая функция, представляющая сумму капитальных и эксплуатационных затрат:

$$S = K + Э .$$

Капитальные затраты определяются следующим образом:

$$K = \sum_{i=1}^n h_i \cdot \bar{s}_i + \sum_{j=1}^m c_j,$$

где $\sum_{j=1}^m c_j$ — сумма затрат на осуществление строительно-монтажных работ

по объектам производственного назначения, на приобретение производственного оборудования, инструмента и инвентаря для дорожно-эксплуатационной службы, на монтаж производственного оборудования, на проектно-изыска-

тельские работы, на освоение территории и прочее; $\sum_{i=1}^n h_i \cdot s_i$ — стоимость единицы площади дорожной одежды; h_i — толщина каждого i -го слоя дорожной одежды; s_i — стоимостной показатель, определяемый как стоимость единицы толщины i -го конструктивного слоя, отнесенная к единице площади этого слоя; n — количество слоев дорожной одежды.

В дальнейшем при решении задачи оптимизации мы рассматривали только стоимость единицы площади дорожной одежды, так как это переменная величина (зависит от толщины h_i каждого слоя), а $\sum_{j=1}^m c_j$ — постоянная для каждой конкретной дорожной одежды.

Эксплуатационные расходы определим так:

$$\Delta = D_{\text{кап}} + D_{\text{ср}} + D_{\text{тек}} + S_{\text{тр}}$$

где $D_{\text{кап}}$, $D_{\text{ср}}$, $D_{\text{тек}}$ — затраты на капитальные, средние и текущие ремонты; $S_{\text{тр}}$ — затраты на транспортные расходы. Они зависят от интенсивности движения и транспортных расходов в первый год эксплуатации дороги (их в дальнейшем рассматривать не будем).

Капитальные, средние и текущие ремонты можно определить так:

$$D_{\text{кап}} = D_{\text{кап}}^* \cdot \sum_1^{t_p} K_o;$$

$$D_{\text{ср}} = D_{\text{ср}}^* \cdot \sum_1^{t_p} K_o;$$

$$D_{\text{тек}} = D_{\text{тек}}^* \cdot \sum_1^{t_p} K_o,$$

где $D_{\text{кап}}^*$, $D_{\text{ср}}^*$, $D_{\text{тек}}^*$ — средние годовые расходы на капитальные, средние и текущие ремонты; $\sum_1^{t_p} K_o$ — сумма коэффициентов отдаления затрат за t_p лет.

На основании изложенного задача нахождения рациональной толщины конструктивных слоев сводится к нахождению минимума линейной целевой функции

$$S = \sum_{i=1}^n h_i \cdot s_i + (D_{\text{кап}}^* + D_{\text{ср}}^* + D_{\text{тек}}^*) \cdot \sum_1^{t_p} K_o \rightarrow \min$$

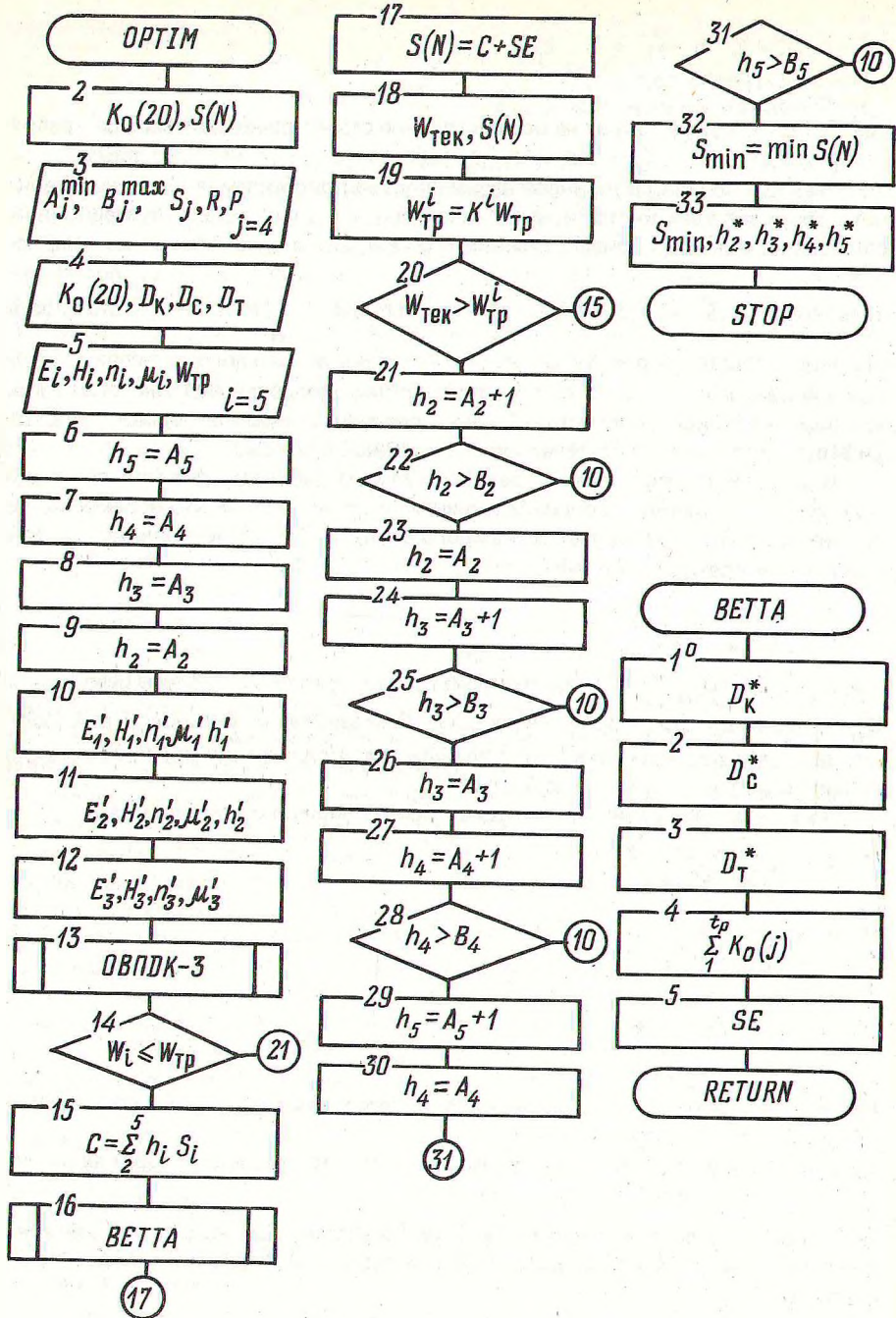


Рис. 1. Блок-схема программы оптимизации.

при ограничениях на толщину $A_i \leq h_i \leq B_i$ каждого слоя и на прочность дорожной одежды $W_{\text{тек}} \leq W_{\text{тр}}$.

В настоящее время существуют различные методы решения задач линейного программирования. Среди них и метод прямого перебора, выбранный нами. При решении задачи этим методом существование единственного оптимального решения не вызывает сомнения. Более того, метод последовательного перебора вариантов сочетания толщины каждого слоя дорожной одежды, расчетных сроков ее службы и выбора из множества вариантов минимального по стоимости является простым с точки зрения алгоритмизации и программирования на ЭВМ.

Блок-схема составленной нами программы оптимизации приводится на рис. 1. Программа составлена на ФОРТРАНе-IV для машины ЕС-1020. Для ее работы необходим пакет стандартных программ SSP.

УДК 625.711.84

Н.П. ВЫРКО, канд.техн.наук, доцент (БТИ),
И.И. ЛЕОНОВИЧ, докт.техн.наук, профессор (БПИ),
Т.К. БОГДАНОВИЧ, канд.техн.наук (БПИ)

НОВЫЙ СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ ОСАДКИ ОСНОВАНИЙ НАСЫПЕЙ

При использовании слабого грунта в основании насыпи необходимо проводить наблюдения за ходом осадки основания. Обычно для замера осадки используется осадочный репер, представляющий собой плиту или сварную решетку и трубу, жестко закрепленную в центре плиты. По мере роста осадки и высоты насыпи трубу наращивают. Величину осадки устанавливают путем нивелирования, следя за перемещением верха трубы по отношению к постоянному реперу [1].

Такой способ измерения осадки основания насыпи является довольно сложным, кроме того, осадочный репер мешает отсыпке насыпи.

В БТИ им. С.М. Кирова на кафедре сухопутного транспорта леса и дорожных машин разработано устройство для измерения осадки основания насыпи, конструкция которого показана на рис. 1,а,б,в.

Устройство выполнено в виде осадочной плиты 1, ограждающего приспособления 2, мерной стальной ленты 3, соединительной панели 4, свай 5 и измерительного шкафа 6.

В центре осадочной плиты 1 имеется отверстие 7 для прохода свай 5. К кромке отверстия плиты жестко прикреплена стальная лента 3, на которой имеется соответствующая шкала.

Мерная лента 3 проходит внутри ограждающего устройства 2. Свободный конец мерной ленты помещается в измерительном шкафу 6. В днище шкафа 6 имеется отверстие, через которое проходит ноль-репер 8.

Ограждающее приспособление 2 состоит из тавра 9, боковых стенок 10, соединительного болта 11 и служит для предохранения мерной ленты 3 от зажима ее грунтом и обеспечения свободного движения. Ограждение является составным, длина элементов принимается в зависимости от ширины по-