

УСТОЙЧИВОСТЬ ТИПОВЫХ ПОПЕРЕЧНЫХ ПРОФИЛЕЙ НАСЫПИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ НА СЛАБОМ ОСНОВАНИИ

*Пак Светлана Сергеевна, магистрант 1-го курса
кафедры «Строительство»*

*Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, г. Астана
(Научный руководитель – Кудайбергенов Н.Б., докт. техн. наук, профессор)*

Актуальность темы определяется необходимостью особого подхода к проектированию автодорожных и железнодорожных насыпей, поскольку однотипные проектные решения не всегда учитывают индивидуальные особенности слабого грунтового основания, что приводит к большим просадкам земляного полотна и нарушению общей устойчивости конструкции. Индивидуальный подход к каждому проекту позволит учесть такие факторы, как физико-механические свойства слабых грунтов, влияние грунтовых вод, сейсмичности площадки строительства и нагрузки, действующие на сооружение.

Индивидуальное проектирование насыпей с учетом всех негативных факторов позволит снизить риски обрушения, а также увеличит срок службы конструкции.

В настоящее время в Республике Казахстан проектирование земляного полотна автомобильных дорог осуществляется по нормативному документу СТ РК 1413-2005 «Дороги автомобильные и железные [1]. Требования по проектированию земляного полотна», который основан на СНиП 2.05.02-85 «Строительные нормы и правила. Автомобильные дороги», разработанном во времена СССР и утвержденном в 1985 году [2].

Основными показателями, влияющими на устойчивость земляного полотна, являются высота насыпи, ширина основания, крутизна откоса и самое главное – грунт основания и тела насыпи [4].

Существуют типовые поперечные профили автодорожных насыпей (Рис. 1) и в нормативных документах можно подобрать крутизну откосов относительно высоты насыпи и грунта тела земляного полотна (Табл. 1).

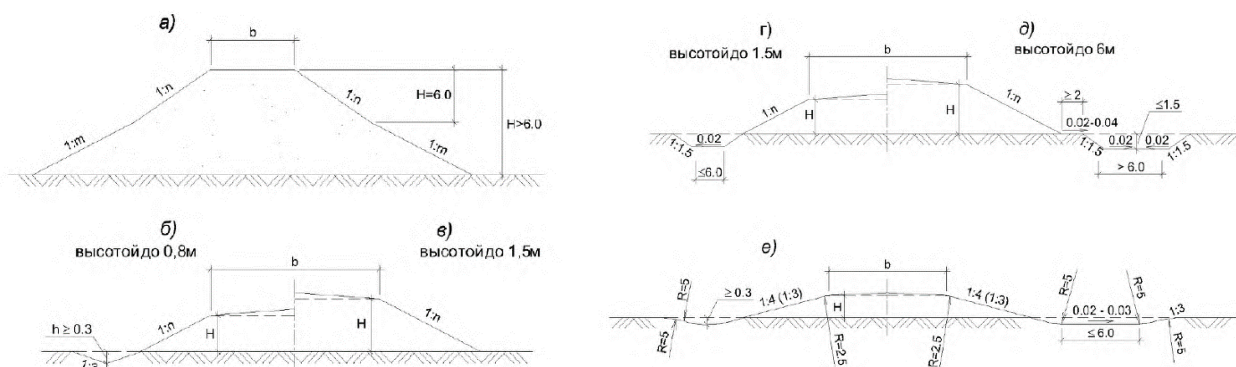


Рисунок 1 – Типовые поперечные профили автодорожных насыпей

Таблица 1 – Крутизна откосов насыпи

Грунты насыпи	Крутизна откосов при высоте насыпи, м		
	До 6,0	До 12,0	
		в нижней части (0-6)	в верхней части (6-12)
Глыбы из слабовыветрелых пород	1:1–1:1,3	1:1,3–1:1,5	1:1,3–1:1,5
Крупнообломочные и песчаные (за исключением мелких и пылеватых песков)	1:1,5	1:1,5	1:1,5
Песчаные мелкие и пылеватые, глинистые и лессовые	1:1,5	1:1,75	1:1,5
Мелкие барханные пески (в засушливых районах)	1:1,75	1:2	1:1,75
Мелкие барханные пески (в засушливых районах)	1:2	1:2	1:2

В качестве примера рассмотрим типовой поперечный профиль насыпи и произведем расчет устойчивости аналитическим методом и методом конечных элементов.

Для расчета были приняты следующие параметры:

- Высота, $H=12$ м;
- Категория дороги – Iб;
- Ширина земляного полотна поверху – 27,5 м, понизу – 66,5 м;
- Грунт тела земляного полотна – глина полутвердая;
- Грунт основания насыпи – суглинок мягкопластичный;
- Крутизна откосов в нижней части 1:1,75 и в верхней 1:1,5.

Расчет коэффициента устойчивости был произведен по методу Morgenштерна-Прайса в программном комплексе GeoStab (Рис. 2):

$$F_s = \frac{M_r}{M_d}$$

где M_r – расчетный опрокидывающий момент, равный алгебраической сумме расчетных моментов всех сил, действующих на стену, относительно центра тяжести подошвы фундамента, кНм;

M_d – расчетный момент удерживающих сил той же точки, кНм;

F_s – коэффициент надежности по назначению сооружения.

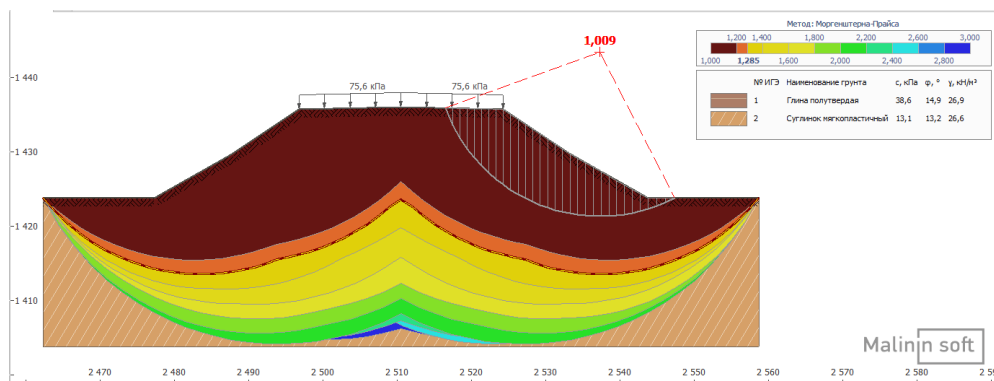


Рисунок 2 – Результаты расчета коэффициента устойчивости автодорожной насыпи

По результатам расчета было выявлено, что коэффициент устойчивости откоса не соответствует требованиям НТП РК 07-01.6-2012 «Общая устойчивость геотехнических сооружений», следовательно, устойчивость насыпи не обеспечена [3].

Далее был произведен расчет методом конечных элементов в программном комплексе Alterra (Рис. 3).

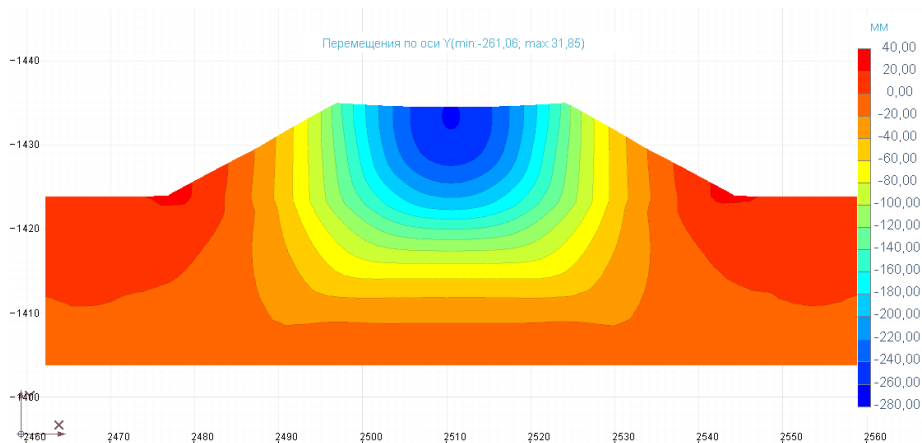


Рисунок 3 – Результаты расчета осадки насыпи методом конечных элементов

В результате расчета была получена осадка равная 28 см, что недопустимо.

Насыпь была подобрана в соответствии с данными из таблицы 1, но из-за слабого основания она оказалась неустойчива. Это свидетельствует о том, что нельзя полагаться исключительно на типовые конструкции, а необходимо рассчитывать каждую насыпь индивидуально. Также, важно учитывать тот факт, что насыпи часто возводятся из местного грунта, что не учитывается при проектировании.

Необходимо уделить особое внимание инженерно-геологическим изысканиям площадки строительства. Физико-механические свойства грунтов для расчетов по первой и второй группам предельных состояний зачастую

принимают по завышенным параметрам из нормативных документов, что негативно сказывается на устойчивости конструкции.

Рекомендуется на стадии проектирования предусматривать усиление слабого основания земляного полотна, а именно применение геосотового матраса в основании высоких насыпей или грунтовых обойм, для укрепления толщи слабого грунта – устройство грунтоцементных колонн технологией струйной цементации, при возможности произвести замену грунта.

Литература:

1. СТ РК 1413-2005. Дороги автомобильные и железные. Требования по проектированию земляного полотна.
2. СНиП 2.05.02-85. «Строительные нормы и правила. Автомобильные дороги».
3. НТП РК 07-01.6-2012. «Общая устойчивость геотехнических сооружений».
4. Пособие по проектированию земляного полотна автомобильных дорог на слабых фунтах (к СНиП 2.05.02-85). — М., Союздорнии, 1989.