

УДК 625.033.3

## ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ НАГОРНЫХ СКЛОНОВ

Э.М. Каримов, Э.А. Тэшаев, Эркали уулу У.

Современные условия строительства автомобильных дорог требуют разработки индивидуальных проектов конструкции земляного полотна на основе проведения натурных исследований дорожных конструкций. Выбор наиболее рациональных конструкций земляного полотна во многом зависит от прогноза величины его деформации и ее развития во времени. Рассмотрены проявления локальных деформаций нагорных склонов автомобильной дороги Ош – Исфана. Выполнены работы по топографо-геодезическим измерениям с заложением постоянных реперов, закрепленных на местности, инженерно-геологической рекогносцировке и маршрутных обследований на площади 1 км<sup>2</sup>. Произведен сбор, анализ и систематизация имеющихся материалов прошлых лет. Результаты работ могут быть использованы при проектировании, строительстве и эксплуатации автомобильных дорог в горной местности.

*Ключевые слова:* реконструкция; деформация ползучести; устойчивость; склон; земляное полотно.

---

## ТОО БООРУНУН ЭҢКЕЙИШИНИН ТУРУКТУУЛУГУН БААЛОО

Автомобиль жолдорун куруунун заманбап шарттары жол конструкцияларын жеринде изилдөөнүн негизинде жол конструкциясынын жеке долбоорун иштеп чыгууну талап кылат. Бир кыйла рационалдуу жол конструкциясын тандап алуу жер кыртышынын деформациясынын чоңдугу жана убакыттын өтүшү менен анын кеңейишин божомолдоо менен байланышкан. Ош – Исфана автомобиль жолундагы тоо боорлорундагы эңкейиштердин кээ бир бөлүгүнүн деформацияланышы каралды. Аймакка бекитилген туруктуу реперлер менен топографиялык-геодезиялык ченөө иштери аткарылды, 1 км<sup>2</sup> аянтта инженердик-геологиялык жана маршруттук изилдөөлөр жүргүзүлдү. Өткөн жылдардын материалдары топтолду, талдоо жүргүзүлдү жана бир системага салынды. Аткарылган иштин жыйынтыктарын тоолуу аймакта автомобиль жолдорун долбоорлоодо, курууда жана эксплуатациялоодо пайдаланууга болот.

*Түйүндүү сөздөр:* кайра куруу; жылуу деформациясы; туруктуулугу; жантаюу; жер кыртышы.

---

## ASSESSMENT OF SUSTAINABILITY ON MOUNTAIN SLOPES

*E. M. Karimov, E. A. Teshayev, Erkali uulu U.*

Modern conditions for the construction of roads require the development of individual projects for the construction of the roadbed, substantiated by relevant analyzes of the natural behavior of road structures. The choice of the most rational designs of the roadbed depends largely on the prediction of precipitation and its development in time. The article regards the occurrence of local deformations of the uphill slopes of Osh – Isfana highway. At the same time, work was carried out on topographic and geodetic measurements with the establishment of permanent reference points fixed on the ground and engineering geological reconnaissance and route surveys on an area of 1 km<sup>2</sup>. Collecting, the analysis and systematization of existing materials of past years. The results of survey and research work will be taken into account in the design, construction and operation of roads in mountainous areas.

*Keywords:* reconstruction; creep deformation; stability; slope; roadbed.

Автомобильная дорога Ош – Исфана является дорогой международного значения. Дорога проложена в Ноокатском районе Ошской области Кыргызской Республики, соединяет две области и дает выход к территории сопредельных государств – Таджикистана и Узбекистана. Участок

дороги «Ош – Баткен – Исфана» (Ноокатский перевал) с 10 по 28 км был реабилитирован по нормативам дорог III технической категории.

Было установлено, что на недавно реконструированной дороге (рисунок 1) от переувлажнения грунтов на откосах насыпей и выемок

автомобильной дороги появились местные деформации в виде оседания дорожного полотна и оплывания приповерхностного выветрелого слоя грунта. Деформации такого типа проявляются на участках высоких насыпей, построенных из слабых грунтов.



Рисунок 1 – Поврежденный участок откосов автомобильных дорог Ош – Исфана

Цель нашего исследования заключается в том, чтобы с помощью инженерных изысканий установить причины, приводящие к разрушению данного участка автомобильной дороги. На основе этих исследований был рекомендован наиболее оптимальный вариант по безопасному проектированию, строительству и эксплуатации автомобильных дорог на горных участках Юга Кыргызстана [1–6].

Для определения деформации на откосе автомобильной дороги Ош – Исфана были проведены специальные инженерно-геодезические изыскания. Их цель – изучение процесса локальных деформаций, а также разработка мер для предотвращения подобных геологических процессов. Результаты геодезических работ за 2016–2017 гг. приведены в таблице 1. Данные измерений, приведенные в таблице 1, показали смещение грунта во всех точках. Это говорит о том, что откос автомобильной дороги Ош – Исфана стабилизирован не полностью. Геодезические изыскания были также проведены и после второй восстановительной работы по устранению локальных деформаций на том же участке. Дорога была сдана в эксплуатацию в 2014 году. В первый год эксплуатации трещины появились на середине дороги, на второй год эксплуатации – ближе к обочине. Как показывает практика, после завершения строительства полная осадка для различных грунтов, как правило, достигается в разное, иногда весьма длительное (от нескольких лет до нескольких десятков и сотен лет) время [1, 3]. Более медленная деформация водонасыщенных глинистых грунтов связана с процессом фильтрационной консолидации, под которым понимают

уплотнение грунта за счет отжатия воды из его пор. Чем выше водопроницаемость грунта, тем быстрее отжимается вода из его пор и тем быстрее протекает осадка основания сооружения. На этот процесс также влияет ползучесть скелета грунта и деформируемость всех составных компонентов. Водонасыщенные пластичные и особенно текуче-пластичные глинистые грунты дают наибольшую осадку, часто весьма медленно затухающую, что создает для строителей наибольшие трудности [5].

Увеличение осадки образца породы высотой и времени уплотнения определяют по формуле

$$t = \frac{ah^2 \gamma_B}{4(1+e)k_o} \quad (1)$$

Если известно время уплотнения  $t$  образца породы высотой  $h$ , то можно определить время уплотнения  $T$  слоя породы мощностью до  $H$ , если известны коэффициенты: сжимаемости, пористости и фильтрации [5]:

$$\frac{T}{t} = \frac{H^2}{h^2}, \quad T = t \left( \frac{H}{h} \right)^2 \quad (2)$$

Между степенью консолидации породы и времени существует соотношение:

$$U = f(T_u); \quad T_u = \frac{C_u}{H^2} T \quad (3)$$

где  $U$  – степень консолидации;  $T_u$  – безразмерное число, называемое фактором времени, определяющее скорость осадки в данных условиях загрузки;  $C_u$  – коэффициент консолидации;  $H$  – наибольший путь фильтрации воды при уплотнении породы;  $T$  – время, соответствующее значению [5].

Осадку насыпи в определенный период времени от начала приложения полной нагрузки на горные породы у ее основания можно определить по формуле

$$S_t = US \quad (4)$$

где  $S_t$  – осадка насыпи по истечении времени  $t$  см, м;  $U$  – степень консолидации породы или величина осадки, которая произошла за данный период времени, по отношению к полной осадке;  $S$  – полная осадка насыпи, см, м [5].

Определив степень консолидации породы через различные промежутки времени, можно установить время завершения значительной части осадки насыпи [5].

Таким образом, натурные наблюдения, проведенные в первый и второй год эксплуатации, показали весьма ощутимую осадку насыпи, в результате чего на полотне автодороги появились просадки, приведшие к ее деформации. С помощью натуральных и инженерно-изыскательских работ

Таблица 1 – Каталог смещения грунтовых реперов за период 2016–2017 гг.

№ точек	Наим. точек	Координаты, м						Отклонение координат, м		
		28.11.2016 г.			12.04.2017 г.			^X	^Y	H
		X	Y	H	X	Y	H			
3	ТТ	523,606	127,88	117,285	523,602	127,881	117,283	0,004	-0,001	0,002
6	КТ	521,723	133,421	116,704	521,728	133,445	116,701	-0,005	-0,024	0,003
7	КТ	515,297	157,785	103,261	515,296	157,824	103,274	0,001	-0,039	-0,013
8	КТ	512,881	164,691	99,349	512,855	164,696	99,343	0,026	-0,005	0,006
9	КТ	557,511	183,47	99,281	507,367	183,491	99,278	50,144	-0,021	0,003
10	КТ	507,894	184,731	98,548	507,877	184,765	98,552	0,017	-0,034	-0,004
11	КТ	507	186,191	99,847	507,109	186,355	99,85	-0,109	-0,164	-0,003
12	КТ	505,155	191,684	100,084	505,29	191,841	100,089	-0,135	-0,157	-0,005
13	КТ	503,582	193,342	100,056	503,682	193,497	100,071	-0,1	-0,155	-0,015
14	КТ	503,748	195,797	99,905	503,958	195,947	99,814	-0,21	-0,15	0,091
15	КТ	502,691	202,261	99,612	502,708	202,714	99,395	-0,017	-0,453	0,217
16	КТ	501,974	205,851	97,261	502,376	206,272	97,181	-0,402	-0,421	0,08
17	КТ	501,742	202,011	97,352	501,759	207,126	97,119	-0,017	-5,115	0,233
18	КТ	501,522	211,671	93,841	501,477	211,778	93,702	0,045	-0,107	0,139
19	КТ	501,241	214,042	93,854	501,351	214,185	93,765	-0,11	-0,143	0,089
20	КТ	499,081	220,895	89,265	499,172	221,082	89,152	-0,091	-0,187	0,113
21	КТ	498,152	224,085	88,995	498,521	224,133	88,884	-0,369	-0,048	0,111
22	КТ	495,158	240,093	81,344	495,132	240,163	81,283	0,026	-0,07	0,061
23	КТ	493,345	245,482	80,526	493,344	245,456	80,528	0,001	0,026	-0,002
24	КТ	540,417	259,197	80,441	540,352	259,185	80,359	0,065	0,012	0,082
25	КТ	542,761	254,334	80,552	542,778	254,381	80,441	-0,017	-0,047	0,111
26	КТ	547,864	241,742	86,823	548,177	242,175	86,994	-0,313	-0,433	-0,171
27	КТ	547,122	230,311	92,106	547,329	230,791	92,008	-0,207	-0,48	0,098
28	КТ	548,795	225,751	92,994	548,427	226,145	92,885	0,368	-0,394	0,109
29	КТ	550,352	220,608	96,971	550,228	221,436	96,774	0,124	-0,828	0,197
30	КТ	550,321	218,056	97,132	551,076	218,594	97,007	-0,755	-0,538	0,125
31	КТ	552,618	213,513	97,246	552,971	214,146	97,001	-0,353	-0,633	0,245
32	КТ	554,378	211,353	97,215	554,168	211,649	97,019	0,21	-0,296	0,196
33	КТ	555,228	209,244	97,175	555,141	209,385	96,993	0,087	-0,141	0,182
34	КТ	555,296	203,491	97,093	555,292	203,516	97,111	0,004	-0,025	-0,018
35	КТ	556,182	202,712	96,316	556,284	202,704	96,321	-0,102	0,008	-0,005
35	КТ	556,382	201,651	96,893	556,421	201,715	96,885	-0,039	-0,064	0,008
37	КТ	556,284	184,051	97,211	556,821	184,816	97,005	-0,537	-0,765	0,206
38	КТ	542,412	178,171	102,191	572,406	178,247	101,926	-29,994	-0,076	0,265
41	ТТ	169,085	305,694	109,118	169,083	305,691	109,117	0,002	0,003	0,001

была установлена величина осадки насыпей, возводимых на слабых отложениях нагорных склонов. Особенностью локальных деформаций является то, что при дальнейшем развитии они могут привести к большим разрушениям. Поэтому обеспечение местной устойчивости откосных частей насыпей дорог, возводимых в горной местности, задача весьма актуальная при современных условиях проектирования, строительства и эксплуатации автомобильных дорог.

**Литература**

1. Каримов Э.М. Осадка полотна автомобильных дорог на участках со сложными инженерно-геологическими условиями / Э.М. Каримов, М. Мирзалиев // Вестник КГУСТА. 2016. № 2 (52). С. 21–26.
2. Каримов Э.М. Использование бентонитовой глины в качестве гидроизоляционного материала для основания и откосов автомобильной дороги

- южного региона Кыргызстана / Э.М. Каримов // Инженерный вестник Дона. 2018. № 2 URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n2y2018/4957](http://ivdon.ru/magazine/archive/n2y2018/4957)
3. Каримов Э.М. Причины появления деформации после реконструкции автомобильных дорог на участках со сложными инженерно-геологическими условиями / Э.М. Каримов // Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. Бишкек. 2016. № 9. С. 35–39.
  4. Каримов Э.М. Особенности роста деформации ползучести на перевале Чыйырчык / Э.М. Каримов // Наука, образование, техника. Ош: ОШКУУ. 2017. № 1. С. 10–14.
  5. Ломтадзе В.Д. Инженерная геология / В.Д. Ломтадзе. Л.: Недра, 1978. 496 с.
  6. Реконструкциядан кийин татаал участкадагы Ош – Исфана унаа жолдорунун бузулушун анализдоо жана аларды болтурбоо иш чаралары // Известия ОшГУ. 2015. № 2. С. 138–146.