

и просадок земной поверхности. Разработанные конструкции железобетонных блоков с резиновыми уплотнителями обеспечивают высокий уровень гидроизоляции при сооружении отделки перегонных тоннелей метрополитена в сложных гидрогеологических условиях.

Таким образом, при сооружении новой линии Киевского метрополитена была решена комплексная проблема обеспечения техногенной безопасности важного объекта подземного городского строительства.

**УДК. 624.131**

С.В. Цепак, А.А. Босов

### **ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ ТРАНСПОРТНЫХ ЗЕМЛЯНЫХ СООРУЖЕНИЙ**

Проаналізовано два способи наробітку земляної полотнини на відмовлення. Обґрунтовано величину міжремонтних термінів транспортних земляних споруджень.

### **SUBSTANTIATION OF THE CHOICE OF OPERATIONAL PARAMETERS OF TRANSPORT GROUND CONSTRUCTIONS**

Two ways of an operating time of an earthen cloth on refusal were analyzed. The size of reserve maintenance periods of transport earthen constructions was proved.

Возрастание скоростей движения и увеличения грузонапряженности предопределяют дальнейшее рассмотрение устойчивости транспортных земляных сооружений и формирование понятия “межремонтные сроки”.

Учитывая, что в современных правилах и положениях о проведении планово-предупредительных ремонтов нормы периодически отсутствуют и, несмотря на достаточную научную проработку вопросов устойчивости грунтов [1, 2], возвращение к этой задаче возможно на основе совместного рассмотрения теорий механики грунтов, разрушения горных пород [3], теории управления горным массивом [4] и физических основ прочности и пластичности [5].

При разработке методики прогноза деформаций в работе [1] определено идеальное время до разрушения откосов, находящееся в пределах 175...280 лет (для откоса высотой 17 м). Однако после анализа ряда исследований значительно снижены окончательные результаты. Поэтому, учитывая различие во взглядах и противоречия разных авторов, задачу о межремонтных сроках сформулируем с точки зрения теории множеств, для чего вероятность наработки земляного полотна на отказ определим двумя способами:

- прямой – по критическим изменениям геометрических параметров, с выделением возможных объемов работ;
- косвенный – изменением реакции балластной подушки или высоты элементов верхнего строения на силовое воздействие подвижного состава, с последующим определением физико-механических параметров грунтов.

Прямой способ дает возможность более широкого рассмотрения задачи – эксплуатационной.

Так как протяженное земполотно между пунктами **AB** не может быть наделено свойством неразрывности, то экономическая задача об определении  $V$  - возможных объемов ремонтно-восстановительных работ (с привлечением инвестиций), может быть представлена дискретной составляющей локальных изменений сооружения  $\varepsilon_n \rightarrow 0$ , предопределяющей дальнейший учет изменения значения формы или поперечного сечения (см. рис. 1).

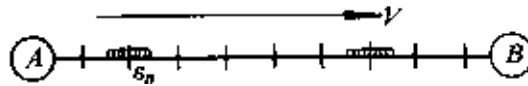


Рис. 1 - Схема участка земляного транспортного сооружения между отдельными пунктами

Тогда множество параметров  $X$  возможно представить в виде  $\{X_n\}$

$$\{X_n\} \xrightarrow{\varepsilon_n} X$$

Это, в конечном итоге, позволит решить задачу минимизации  $F_1(V) \rightarrow \min$ , для множества  $\Omega_m = \{\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_m\}$  по параметрам сопротивления разрушению  $\omega$  и при условии  $F(V(\mu)) = a$ , где:  $a$  - точка соприкосновения,  $\mu$  - неопределенный множитель Лагранжа, символизирующий топологическое пространство  $\langle (\Omega), \hat{\bullet} \rangle$  аддитивной системы по Л.С. Понтрягину, межремонтные сроки которой ограничены верхним и нижним сроком службы сооружения  $F^*$  и  $F_*$  соответственно (см. рис. 2). На рисунке  $F(\Pi_p)$  - состояние  $F(\Pi)$ , ограничивающее межремонтный срок.

Точка  $a$  определяет возможность появления предельного перехода, к которому может стремиться система. Если система накопила энергию разрушения, превышающую сопротивление  $F_*$  разрушению, происходит передислокация частиц земляного транспортного сооружения. Для идентификации параметров, в качестве обобщенной функции, дающей оценку наработки на отказ, принимаем  $F_{\text{обобщ}} = F(\Pi)$ , где:  $\Pi = 1/2 \sigma_i \varepsilon_i$  – упругая работа формоизменения.

Таким образом, по косвенным параметрам изменения земляного сооружения, возможно прогнозирование межремонтных сроков. Если  $F_2$  присвоить значение состояния, при котором появляются необратимые формоизменения  $\varepsilon_n$ , тогда разница  $F_1 - F_2 = \Delta F(\Pi_p)$  представляет технологические возможности восстановления земляного сооружения по координате  $x_1$ . В то же время, характеристика  $F_*$  приобретает переход предельного значения (срока службы)  $t_2$  до  $x_2$ , т.е. обеспечивается увеличение несущей способности сооружения. Определение параметров изменения  $F(\Pi)$  и  $F(\Pi_p)$ , как вероятностных функций, возможно

с использованием распределения Бернштейна. Для этого достаточным является использование существующей приборной базы, с экспериментальными исследованиями образцов из монолитов, по схеме консолидированно-недренированных испытаний, сравниваемых с эталонными образцами грунтов.

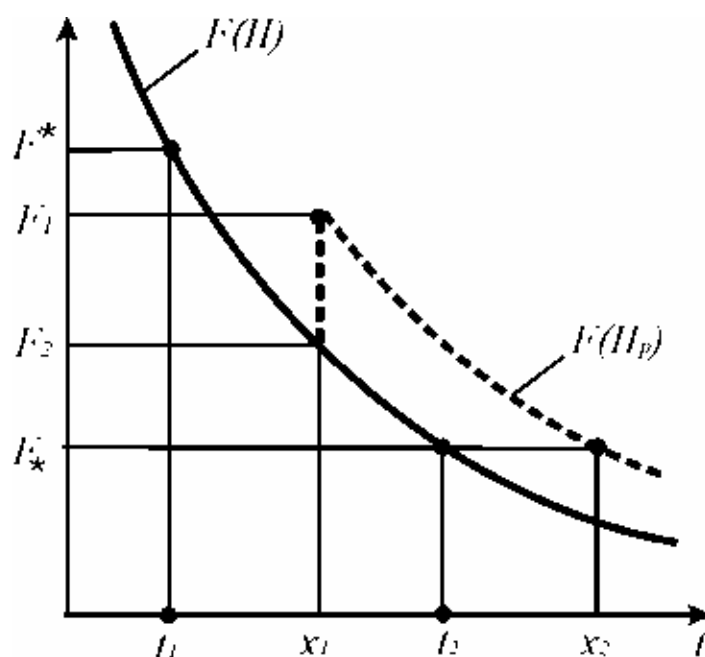


Рис. 2. Характеристика изменения состояния сооружения

Если верхний предел восстановительных работ  $F_1$  ограничить условием Мизеса-Генки, тогда к положениям “Брюссельской школы”, разработанным специалистами ИГТМ [3] возможны дополнения, характерные эксплуатационной интерпретации: идентификация параметров устойчивости, на условиях определения упругой предельной работы формоизменения, выявления дислокаций или появления поверхностей скольжения внутри массива, допускает обоснование межремонтных сроков.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зарецкий Ю.К., Воробьев В.Н. Оценка длительной устойчивости оползневых склонов // Сб. “Основания, фундаменты и механика грунтов” – М.: Стройиздат, 1990, №3. – С. 23-26.
2. О длительной прочности грунтов /М.Н. Гольдштейн, С.С. Бабицкая // Сб. ДИИТа “Вопросы геотехники”, №7. – М.: Транспорт. – С. 44-57.
3. Зорин А.Н., Халимендик Ю.Н., Колесников В.Г. Механика разрушения горного массива и использование ее при добыче полезных ископаемых. – М.: Недра, 2002. 414 с.
4. Геомеханика управления состоянием массива вблизи горных выработок / ИГТМ НАН Украины. – К.: Наук. думка, 1989. – 192 с.
5. Миркин Л.И. Физические основы прочности и пластичности /Изд. Моск. университета. –М.: 1968.