

## Технологии и средства механизации

УДК 502/504:631.311.5

**Ю. Г. РЕВИН**

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования  
«Московский государственный университет природообустройства»

### **ОЦЕНКА МИКРОНЕРОВНОСТЕЙ ПУТИ ДВИЖЕНИЯ ДРЕНАЖНЫХ ТРАНШЕЙНЫХ МАШИН ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ИМИ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА**

*Представлена методика определения структуры и количественных характеристик спектра неровностей трассы движения дренажной машины типа ЭТЦ-2011.*

*Неровности дна траншеи, неровности трассы движения, спектральная плотность неровностей, его структура и параметры.*

*There is given a method of determination of the structure and quantitative characteristics of the walkway micro roughness spectrum of drainage machine of type ETTS-2011.*

*Roughness of the trench bottom, roughness of the walkway route, spectral density of roughness, its structure and parameters.*

Точность работы дренажных машин во многом зависит от неровностей поверхности трассы, по которой движется дренажукладчик. Неровности дна траншеи или щели, прокладываемые машиной, определяются и ею самой, как фильтром тех кинематических воздействий, которые вызывают ее колебания. Следует отметить, что нагрузка на рабочем органе также влияет на колебания рабочего оборудования относительно базовой машины, но это влияние, как показывает практика, незначительно.

К наиболее распространенным дренажным машинам можно отнести траншейные, узкотраншейные и бестраншейные машины. Как правило, узкотраншейные машины в качестве базы используют колесные тракторы. Что касается траншейных и бестраншейных машин, то для их работы в качестве базы используют гусеничные тракторы или специальные шасси на гусеничном ходу.

Выполним оценку неровной поверхности трассы, важнейшего фактора, влияющего на уровень неровностей дна, применительно к дренажным траншейным машинам зоны осушения. Для этой зоны обеспечение точности работы особенно трудно.

Для нормальной работы дрен необходимо отрывать траншеи при их устройстве таким образом, чтобы микронеровности их дна – вертикальные отклонения координат дна от линии проектного уклона – не превышали заданного уровня (допуска).

Неровности поверхности дна траншеи (щели) при их значительной величине, особенно при наличии даже небольших обратных уклонов, могут быть причиной заиливания дренажных трубок, частичного или полного выхода из строя дренажной линии. Кроме того, неровности определяют отчасти такой важный показатель работы горизонтального дренажа, как его способность к транспортированию по воде.

Информации по неровностям поверхностей трасс движения дреноукладчиков в научной литературе чрезвычайно мало. Несколько больше подобного рода данных имеется по неровностям дна траншей, что позволяет вычлнить структуры и ориентировочные количественные характеристики неровностей трасс движения из первоначальных материалов.

Микронеровности продольного профиля дна траншеи можно рассматривать как случайную функцию от длины пути. Использование такого подхода к оценке параметров неровностей само по себе не дает значительного объема информации. Кроме того, статистические данные, получаемые в результате вероятностей обработки

высотных значений неровностей, могут быть с успехом использованы для целенаправленного управления процессами выбора режимов работы дреноукладчиков и совершенствования их конструкций.

Самой распространенной дреноукладочной машиной для зоны осушения является, без всякого сомнения, дренажная машина типа ЭТЦ-202 (ЭТЦ-2011).

Применительно к работе этой машины были получены обобщенные характеристики неровностей продольных профилей дна дренажных траншей. Было обработано пять массивов данных, зафиксированных в процессе натуральных измерений в результате прокладки траншей дреноукладчиком ЭТЦ-202.

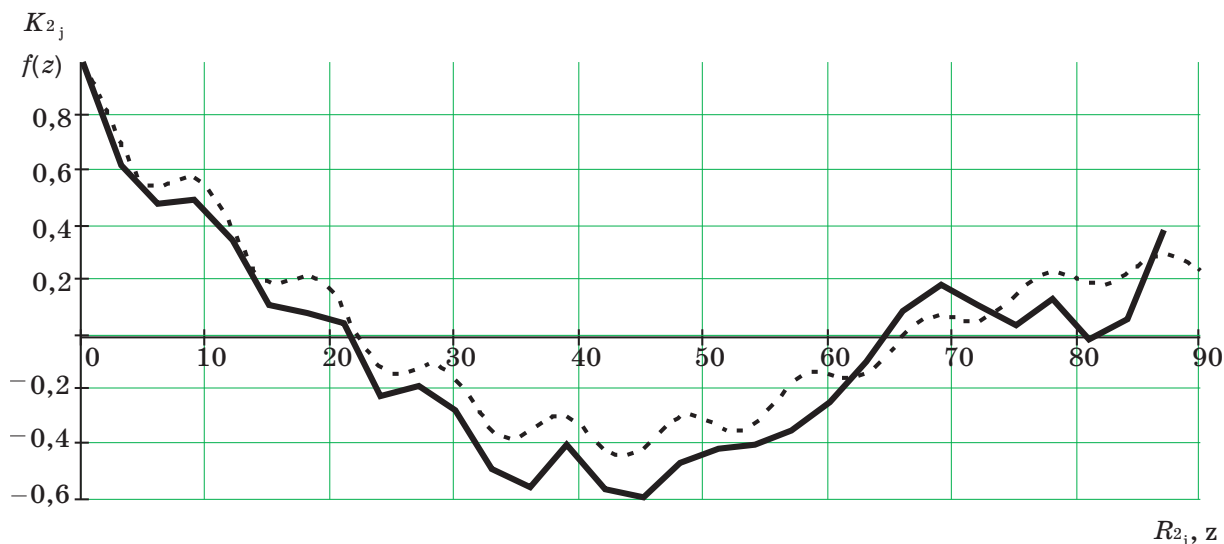


Рис. 1. Графики эмпирической (сплошная линия) и аппроксимированной корреляционных функций (пунктирная линия)

На рис. 1 представлены графики корреляционной функции микронеровностей продольного профиля дна траншеи при работе дреноукладчика с системой автоматического управления по тросовому копиру. По оси абсцисс отложены расстояния по горизонтали в метрах, а по оси ординат — значения нормированной корреляционной функции.

В результате аппроксимации, которая была проведена при помощи методов последовательного приближения, получено следующее аналитическое выражение:

$$K(\tau) = A_0 e^{-\alpha_0 \tau} + A_1 e^{-\alpha_1 \tau} \cos(\omega_1 \tau) + A_2 e^{-\alpha_2 \tau} \cos(\omega_2 \tau), \quad (2)$$

где  $\tau$  — смещение отсчетов продольного про-

филя дна траншеи по длине пути, м;  $A_0, A_1, A_2$  — коэффициенты, величины которых дают информацию о том, какая доля общей дисперсии высотных координат микронеровностей приходится на соответствующую составляющую;  $\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2$  — постоянные коэффициенты, свидетельствующие об относительной узкополостности конкретной составляющей микронеровности продольного профиля,  $m^{-1}$ ;  $\omega_1$  и  $\omega_2$  — значения волновых частот неровностей профиля,  $m^{-1}$ ;  $\omega = 2\pi/T$  ( $T$  — длина неровности, м) [2].

Воспользовавшись одной из основных формул спектрального метода [2]

$$a_i = \sqrt{2S(\omega)\Delta\omega},$$

где  $\Delta\omega$  — средняя ширина пика спектральной плотности,  $m^{-1}$ .

можно от значений спектральной плотности  $S(\omega)$   $cm^2 \cdot m$  на различных пиках перейти к амплитудам соответствующих спектральных составляющих.

Подробные сведения о значениях аппроксимирующих коэффициентов приведены в таблице.

Анализируя таблицу, видим, что значительная часть дисперсии микронеровностей по высоте приходится на длинные (0,35...0,6)

и супердлинные (0,2...0,45) волны. Длинные неровности – это неровности длиной от 60 до 100 м. К супердлинным можно отнести неровности, длины которых больше 120 м. Только 10...30 % общей дисперсии приходится на неровности длиной 9...11 м.

**Значения коэффициентов аналитических выражений корреляционных функций, полученных после процесса аппроксимации эмпирических данных**

| Используемая система автоматического управления рабочим органом | Значение коэффициента |       |       |                            |                            |                            |                            |                            |
|---|-----------------------|-------|-------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
|   | $A_0$                 | $A_1$ | $A_2$ | $\alpha_0, \text{ м}^{-1}$ | $\alpha_1, \text{ м}^{-1}$ | $\alpha_2, \text{ м}^{-1}$ | $\omega_1, \text{ м}^{-1}$ | $\omega_2, \text{ м}^{-1}$ |
| Управление с помощью луча, дрена № 9                            | 0,3                   | 0,15  | 0,55  | -0,5                       | -0,2                       | -0,1                       | 0,6                        | 0,07                       |
| Управление с помощью модулированного луча света, дрена № 9а     | 0,2                   | 0,2   | 0,6   | -0,5                       | -0,3                       | -0,1                       | 0,5                        | 0,05                       |
| Управление с помощью модулированного луча света, дрена № 9      | 0,35                  | 0,3   | 0,35  | -0,5                       | -0,2                       | -0,1                       | 0,6                        | 0,1                        |
| Управление по копирному тросу, дрена № 1А                       | 0,3                   | 0,1   | 0,6   | -0,2                       | -0,1                       | -0,1                       | 0,6                        | 0,07                       |
| Управление по копирному тросу, дрена № 7                        | 0,45                  | 0,2   | 0,35  | -0,5                       | -0,3                       | -0,1                       | 0,7                        | 0,08                       |

Длинные неровности, как уже отмечалось, имеют природное происхождение, и их эффективное «подавление» возможно при наличии автоматической системы управления землеройным рабочим органом по высоте и при правильно выбранном режиме работы дреноукладчика. Следует, однако, отметить, что длина входных неровностей может быть устойчиво и меньшей.

Что касается неровностей девяти – одиннадцатиметровой длины, то эти неровности формируются самими дреноукладчиками. Их появление вполне поддается экспресс-корректировке выбором режимных параметров дренажных машин. В перспективе необходимо решать задачи, связанные с устройством дренажа при помощи специальных машин, кардинально, т.е. создавать так называемые машины с адаптирующимися свойствами.

В результате вычленения неровностей, которые могут быть вызваны влиянием ходовой системы дреноукладчика, в качестве аналитического выражения входного спектрального воздействия на гусеничном

движителе дреноукладчика можно рекомендовать следующую формулу:

$$S(\omega) = \frac{2A_0\alpha_0}{\pi(\omega^2 + \alpha_0^2)} + \frac{A_1}{\pi} \times \left[ \frac{\alpha_1}{\alpha_1^2 + (\omega - \omega_1)^2} + \frac{\alpha_1}{\alpha_1^2 + (\omega + \omega_1)^2} \right], \quad (2)$$

где  $A_0, A_1$  – коэффициенты, показывающие, какая часть общей дисперсии спектра приходится на первую его составляющую и вторую соответственно ( $A_0 = 0,6, A_1 = 0,4$ );  $\alpha_0, \alpha_1$  – коэффициенты, характеризующие степень узкополостности составляющих спектра (принимаяем  $\alpha_0 = 0,2...0,5 \text{ м}^{-1}, \alpha_1 = 0,01...0,02 \text{ м}^{-1}$ );  $\omega_1$  – волновая частота неровностей с устойчивой длиной волны ( $\omega_1 = 0,07...0,05 \text{ м}^{-1}$ ); значение дисперсии можно принимать в пределах от 50 до 80  $\text{см}^2$ .

Окончательно вывод именно о такой структуре входной спектральной плотности может быть принят после получения дополнительной информации о микронеровностях продольного профиля дна дренажных траншей и трасс движения дреноукладчиков. Спектр, предлагаемый формулой (1), можно применять при ориентировочных расчетах.

1. Материалы контрольных испытаний дреноукладчика МД-12 и экскаватора ЭТЦ-202Б на территории совхоза «Добринский» Гурьевского района Калининградской области. – Калининград: Запгипроводхоз, 1988. – Т. 2. Продольные профили дрен.

2. **Луговский В. В.** Динамика моря. – Л.: Изд-во «Судостроение», 1976. – 199 с.

3. **Бендат Дж., Пирсол А.** Применение корреляционного и спектрального анализа. – М.: Мир, 1983. – 312 с.

Материал поступил в редакцию 13.12.10.

**Ревин Юрий Григорьевич**, кандидат технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Мелиоративные и строительные машины»

Тел. 8 (499) 976-21-15, 8-916-190-20-19

E-mail: jrevin@km.ru

УДК 631.3.004.67-631.145

## Н. Б. ОРЛОВ

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный университет природообустройства»

## Е. А. ПУЧИН

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В. П. Горячкина»

# ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЗАДАЧ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОЧНОСТИ КОНСТРУКЦИЙ МАШИН

*С помощью программы можно рассчитать произвольную трехмерную конструкцию, состоящую из стержней произвольного поперечного сечения, пластин и оболочек при произвольном нагружении и закреплении. При этом соединение элементов в узлах может быть как жестким, так и шарнирным.*

*Метод конечных элементов, расчет трехмерной конструкции, напряженно-деформированное состояние, конечно-элементная модель.*

*It is possible by means of the software to estimate an arbitrary three – dimensional structure consisting of arbitrary transverse section rods, plates and shells under arbitrary loading and fixing. Here the connection of details in units can be both rigid and hinging.*

*Finite-element method, estimation of a three-dimensional structure, mode of deformation, finite-element model.*

В настоящее время существует ряд пакетов прикладных программ, в которых сопряжены метод конечных элементов и некоторые методы САПР [1]. Общими их разделами являются документы ввода, библиотеки конечных элементов и документы вывода. Один из самых значимых документов — это ввод модели, так как создание модели не программируется. Изыскание оптимальной модели является предметом научного поиска (рис. 1).

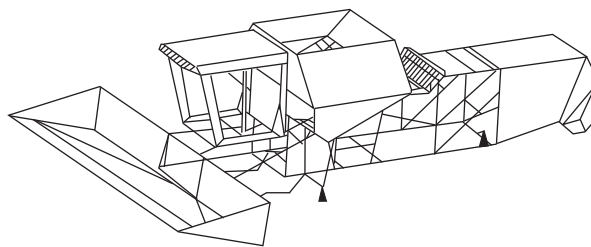


Рис. 1. Конечно-элементная модель несущей конструкции зерноуборочного комбайна