

УДК 502/504:626.8.004.002.51

Ю. Г. РЕВИН

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

## ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ РАБОЧЕГО ОРГАНА ФРЕЗЕРНОГО КАНАЛООЧИСТИТЕЛЯ

*Представлена методика качественной оценки неровностей дна осушительного канала, очищаемого от наносов при помощи берегового каналочистителя с фрезерным рабочим органом. Предложен способ уменьшения неровностей, обоснованный расчетом.*

*Неровности поверхности бермы и дна канала, корреляционные функции неровностей и спектральные плотности дисперсий неровностей, частотные характеристики каналочистителя, выравнивание бермы.*

*There is given a methodology of the qualitative assessment of the bottom roughness of the drainage canal which is cleaned from sediments by means of bank canal cleaner with a milling operating element. There is proposed a method of roughness reduction substantiated by estimations.*

*Roughness of canal bottom and bank surface, correlating functions of roughness and spectral densities of roughness dispersions, frequency characteristics of canal cleaner, bank alignment.*

Надежность и долговечность каналов в земляном русле во многом зависит от качества очистки их от наносов и растительности. Большое значение, если не решающее, имеют методы расчетной оценки качества очистных работ, позволяющие использовать математические модели, включающие параметры технических средств и органично связанные с ними характеристики технологического процесса.

Работоспособное состояние мелиоративных каналов определяется их стабильной пропускной и транспортирующей возможностями, которые зависят от многих факторов и требуют особого внимания при проектировании, строительстве и эксплуатации [1].

Согласно строительным нормам и правилам, допустимые отклонения параметров от проектных составляют: для дна канала – 0...100 мм, для продольного уклона дна –  $\pm 0,0005$  (уменьшение минимальных уклонов дна канала не допускается).

Санитарными нормами и правилами предусматривается обеспечение проектных режимов работы каналов. При этом, как правило, коэффициенты шероховатости смачиваемого периметра канала принимаются равными 0,0225...0,0250, которые, по данным И. И. Агроскина, характеризуются величиной выступов над поверхностью дна и откосов канала в пределах от 0,4 до 8,7 мм. Другими

словами, предельные отклонения микро-неровностей, рекомендуемые санитарными нормами и правилами, заведомо не удовлетворяют требований гидравлики, что в перспективе обуславливает ужесточение допусков на высоте микронеровностей.

Неровности поверхности дна очищаемого канала по высоте и длине зависят от нескольких основных факторов: неровностей поверхности бермы, конструкции и параметров системы агрегатирования рабочего оборудования с базовой машиной, типа и параметров базовой машины, динамической нагрузки на фрезерном рабочем органе. Предварительные оценочные расчеты показали, что наибольшее влияние на значения высот неровностей дна очищаемого канала оказывают неровности поверхности бермы.

Представим каналочистительную машину, движущуюся по берме, в виде динамической системы. Приняв в качестве возмущающего воздействия неровности под правой и левой сторонами движителя, можно получить количественные оценки неровностей дна очищаемого канала. Неровности дна можно представить в данном случае как траекторию движения днообразующей кромки рабочего органа в вертикальной продольной плоскости.

В 1988–90 годах сотрудниками кафедры мелиоративных и строительных

машин Московского государственного гидромелиоративного института были обследованы каналы осушительных систем в Дмитровском районе Московской области. В результате статистической обработки

данных обследования были получены вероятностные характеристики неровностей поверхности бермы [2]. На рис. 1 в качестве примера представлены продольные профили микронеровностей бермы.

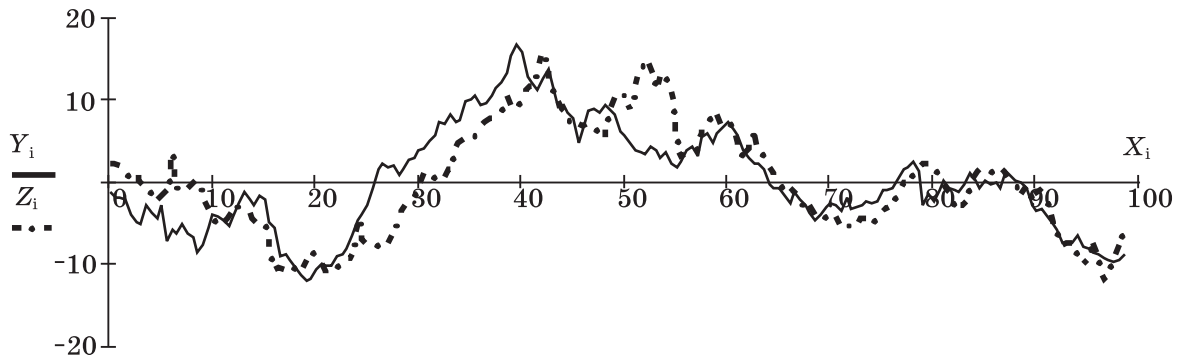


Рис. 1. Продольные профили неровностей бермы:  $Y_i$  – профиль дальней колеи (сплошная линия), см;  $Z_i$  – профиль ближней колеи (пунктирная линия), см;  $X_i$  – путь, м

Рассматривая эти профили как случайные процессы и используя термины статистической динамики, будем называть неровности ближней и дальней колеи реализациями. Сравнивая реализации неровностей, можно сделать вывод о довольно значительной их похожести по структуре и высотным данным.

Эмпирические нормированные корреляционные функции, представленные на рис. 2, дают возможность сделать вывод о наличии в структуре реализаций по крайней мере двух длин неровностей:  $T_1 = 65...75$  м и  $T_2 = 12...15$  м. Дисперсия неровностей составляет величину, равную  $35...45$  см<sup>2</sup>.

Подсчет значений эмпирических корреляционных функций осуществлялся в соответствии с соотношением

$$K(j) = \frac{\sum_{i=0}^{N-1-j} h_i h_{i+j}}{(N-1-j)D}, \quad (1)$$

где  $j$  – текущая величина смещения при отсчетах массива микронеровностей,  $j = 0...m - 1$ ;  $m$  – максимальное смещение при подсчете значений корреляционной функции, равное  $50...60$  % от общего числа точек исходного массива;  $h_i, h_{i+j}$  – текущие центрированные значения высот неровностей без смещения и со смещением соответственно, см;  $N$  – общее число точек исходного массива;  $D$  – дисперсия неровностей, см<sup>2</sup>.

С целью дальнейшего расчетного использования информации о неровностях поверхности бермы была проведена процедура аппроксимации эмпирических корреляционных функций.

Аналитическое выражение, с помощью которого могут быть описаны графики рис. 2, имеет один и тот же вид для левой и правой колеи:

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

где  $A_0, A_1, A_2$  – постоянные коэффициенты, характеризующие распределение общей дисперсии неровностей между случайной составляю-

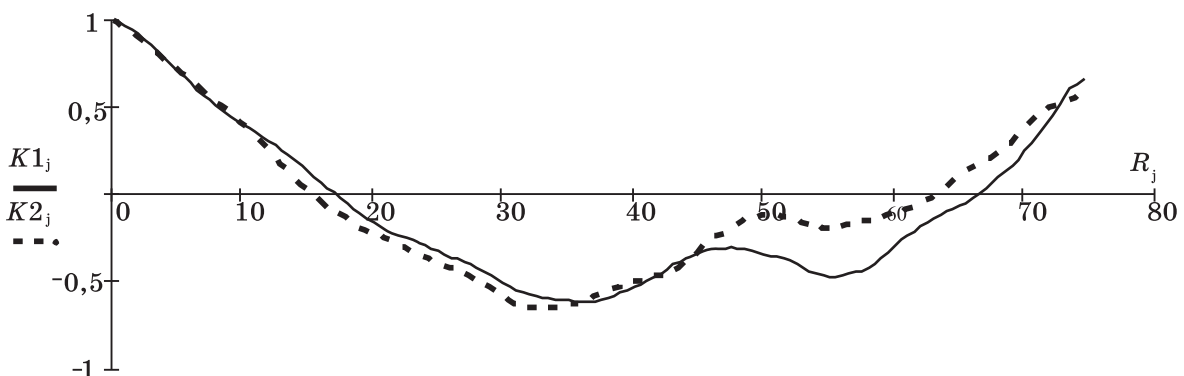


Рис. 2. Эмпирические нормированные корреляционные функции:  $R_j$  – шаг квантования, м

щей и неровностями с устойчивой волновой частотой ( $A_0 \cong 0,1...0,25$ ,  $A_1 \cong 0,2...0,25$ ,  $A_2 \cong 0,7...0,8$ );  $\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2$  – постоянные коэффициенты, характеризующие степени локальной узкополосности случайного процесса,  $\alpha_0 \cong -0,5...-2,0 \text{ м}^{-1}$ ;  $\alpha_1 \cong -0,02...-0,04 \text{ м}^{-1}$ ;  $\alpha_2 \cong -0,01...-0,02 \text{ м}^{-1}$ ;  $\omega_1$  и  $\omega_2$  – волновые частоты случайного процесса, соответствующие устойчивым длинам неровностей,  $\omega_1 \cong 0,07...0,09 \text{ м}^{-1}$ ;  $\omega_2 \cong 0,4...0,5 \text{ м}^{-1}$ .

Спектральные плотности  $S_i(\omega)$  неровностей ближней и дальней колеи, а также

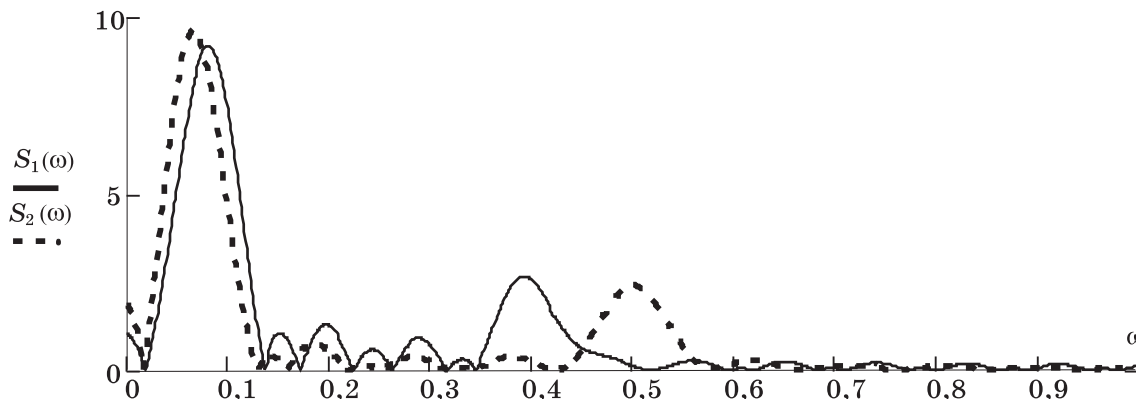


Рис. 3. Графики спектральных плотностей неровностей бермы

В качестве примера при оценке неровностей дна очищаемого канала машиной с боковым расположением рабочего оборудования и фрезерным рабочим органом примем машину типа КМ-82. Матрица спектральных плотностей неровностей дна  $S(\omega)$  может быть определена следующим образом:

$$S(\omega) = W_1(-i\omega) S_x(\omega) W_2(i\omega), \quad (4)$$

где  $W_1(i\omega)$  – матрица частотных характеристик каналочистителя как системы, воспринимающей возмущающее воздействие в виде неровностей поверхности бермы;

$$W_1(i\omega) = \begin{pmatrix} W_{11}(i\omega) & W_{12}(i\omega) \\ W_{21}(i\omega) & W_{22}(i\omega) \end{pmatrix}, \quad (5)$$

где  $W_{11}(i\omega)$  – частотная характеристика правой части колесного хода каналочистителя КМ-82 (это характеристика балансирной тележки, у которой база равна базе трактора «Беларусь»),  $B = 2,45 \text{ м}$ ;  $W_{22}(i\omega)$  – частотная характеристика левой части колесного хода,  $W_{22}(i\omega) = W_{11}(i\omega)$ ;

$$W_{11}(i\omega) = 0,5(e^{0,5B i\omega} + e^{-0,5B i\omega}), \quad (6)$$

где  $W_{12}(i\omega)$  и  $W_{21}(i\omega)$  – взаимные частотные характеристики трактора «Беларусь» между левой и правой частями ходового оборудования (примем  $W_{12}(i\omega) = W_{21}(i\omega) = 0$ );  $W_2(i\omega) = W_1(i\omega)^T$ , где  $W_2(i\omega)$  – транспонированная матрица частотных характеристик каналочистителя;  $S_x(i\omega)$  – матрица спектральных плотностей входных воздействий;

$$S_x(\omega) = \begin{pmatrix} S_{11}(\omega) & S_{12}(\omega) \\ S_{21}(\omega) & S_{22}(\omega) \end{pmatrix}, \quad (7)$$

их взаимные спектральные плотности были определены с помощью интегрального преобразования Фурье аналитических выражений корреляционных функций (рис. 3):

$$S_i(\omega) = \frac{2}{\pi} \int_0^{m\Delta} K_i(\tau) \cos(\omega\tau) d\tau, \quad (3)$$

где  $\Delta$  – шаг отсчета при съёмке высотных значений неровностей поверхности бермы,  $\Delta = 0,5 \text{ м}$ .

где  $S_{11}(\omega)$  и  $S_{22}(\omega)$  – спектральные плотности неровностей ближней и дальней колеи;  $S_{12}(\omega)$  и  $S_{21}(\omega)$  – взаимные спектральные плотности этих неровностей.

Приняв  $S_{11}(\omega) = S_1(\omega)$ ,  $S_{22}(\omega) = S_2(\omega)$ ,  $S_{12}(\omega) = S_3(\omega)$ ,  $S_{21}(\omega) = S_4(\omega)$ , будем иметь:

$$DU = \frac{\sum_{i=0}^1 \sum_{j=0}^1 S(\omega)_{i,j}}{10^{42} K}, \quad (8)$$

где  $S(\omega)_{i,j}$  – члены матрицы выходных спектральных плотностей,  $\text{см}^2/\text{м}$ ;  $K$  – среднее значение колеи трактора,  $\text{м}$ ;  $\Delta U$  – дисперсия изменения угла поворота остова трактора в поперечной вертикальной плоскости.

Среднее значение амплитуды неровностей поверхности дна для расчетного случая при  $\Delta U = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ рад}^2$  равно  $A_{\text{дна}} \cong 23,5 \text{ см}$ .

Для уменьшения неровностей поверхности дна очищаемых каналов целесообразно предварительно выровнять поверхность бермы специальными машинами – планировщиками. Такое решение обсуждаемой проблемы довольно эффективно – неровности бермы могут быть уменьшены примерно в 3 раза. Однако при этом потребуются значительные временные и материальные затраты.

Рациональное путь, заключающийся в оснащении каналочистителя дополнительным планирующим оборудованием, которое может включать в свой состав

бульдозерный отвал, уже имеющийся на машине. В этом случае выравнивание неровностей поверхности бермы можно осуществлять одновременно с очисткой дна канала. Предварительный расчет точности позиционирования фрезы каналоочистителя по высоте при использовании дополнительного планирующего оборудования для выравнивания неровностей бермы показал эффективность такого решения – неровности дна могут быть уменьшены примерно в два раза.

#### Выводы

Предлагаемый метод расчетной оценки неровностей дна канала, очищаемого береговым каналоочистителем с фрезерным рабочим органом, дает возможность целенаправленно совершенствовать конструкцию машины.

Для повышения качества очистки дна каналов рационально дооборудовать канало-

очиститель типа КМ-82 планирующей системой с включением бульдозерного отвала.

Необходимо провести представительные измерения микронеровностей поверхности берм и дна очищаемых каналов для модернизации конструкции каналоочистителей с боковым расположением рабочего оборудования.

1. Долгушев И. А. Повышение эксплуатационной надежности оросительных каналов. – М.: Колос, 1975. – 136 с.

2. Оценка качества работы каналоочистителя с боковой навеской: отчет по НИР; отв. исп. Ю. Г. Ревин. – М.: МГМИ, 1989. – 42 с.

Материал поступил в редакции. 08.02.11.

**Ревин Юрий Григорьевич**, профессор кафедры «Мелиоративные и строительные машины»

Тел. 8-499-976-21-15

E-mail: jrevin@km.ru

УДК 502/504:631.22:628.8

### В. Ф. СТОРЧЕВОЙ, Р. Ю. ЧЕРНОВ

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

## СНИЖЕНИЕ ПОТЕРЬ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРООЗОНАТОРОВ

*Приведена методика расчета потерь электроэнергии в электроозонаторах. Представлены теоретические и экспериментальные исследования энергетических показателей электроозонаторов.*

*Микроклимат, озон, электросинтез образования озона, отрицательные ионы, ионизатор-озонатор.*

*There is given a method of estimation of electric power losses in electro-ozonizers. Theoretical and experimental researches of energetic indicators of electro-ozonizers are presented here.*

*Microclimate, ozone, electro-synthesis of ozone formation, negative ions, ionizer – ozonizer.*

Процесс перевода животных и птицы в закрытые помещения положительно повлиял на многие технологические факторы (механизацию кормораздачи, автопоение животных, уборку помещения, сбор яиц и др.). Однако с формированием оптимального микроклимата появилась

существенная проблема, связанная с ухудшением микроклимата в помещении, то есть ухудшились параметры воздушной среды по газовому и микробному составу. Применяемые методы и устройства улучшения воздухообмена в закрытых помещениях (вентиляция, химические