

ВЛИЯНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОЧИСТКИ ТРУБОПРОВОДОВ НА ЕГО ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

© 2019 г. Н. П. Долматов, С. В. Египко

*Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт
им. А. К. Кортунова ФГБОУ ВО «ДГАУ»*

Целью данной статьи является повышение экономической эффективности устройства для очистки трубопроводов за счет расчетных данных по обоснованию количества струеформирующих насадок. В статье обоснована зависимость скорости подачи дренажно-промывочного устройства от скорости истечения воды из струеформирующих насадок. Приведена зависимость скорости резания наносных отложений от времени резания. Определена величина расхода воды одного струеформирующего насадка, что дает возможность определить общий расход воды дренажно-промывочного устройства на единицу площади промываемой дренажной трубы. При расчетах в данной статье учитывались условия несвязных наносных отложений.

Ключевые слова: скорость; количество; время; устройство; расход; напор; геометрические размеры.

The purpose of this article is to improve the economic efficiency of the device for cleaning pipelines due to the calculated data on the justification of the number of jet nozzles. The article substantiates the dependence of the rate of supply of the drainage device on the rate of water flow from the jet nozzles. The dependence of the cutting speed of sediments on the cutting time is given. The value of the water flow rate of one jet-forming nozzle is determined, which makes it possible to determine the total water flow rate of the drainage device per unit area of the washed drainage pipe. The calculations in this article took into account the conditions of disjoint sediments.

Key words: speed; quantity; time; device; flow; head; geometric dimensions.

На процесс взаимодействия рабочих органов на наилок влияет огромное количество различных факторов: конструктивные (геометрические и кинематические) параметры орудия, физико-механические свойства разрабатываемой среды (состав, плотность, влажность и т.п.), технология проведения работ. Несмотря на обширную литературу, этот вопрос не имеет однозначного решения. Очевидно, что взаимоувязка всех факторов представляет чрезвычайно сложную задачу, поэтому универсальной формулы не существует и для каждого конкретного случая требуется

свой подход в зависимости от поставленной цели.

На основе лабораторных исследований [1] и расчетов, представленных в предыдущей публикации [2], можно определить расход воды, необходимый для размыва заданного слоя наносных отложений, а также скорость истечения жидкости из струеформирующих насадок (СФН). Для этого требуется установить связь размера диаметра области размыва заданного слоя наносных отложений с поступательной скоростью движения распределительной камеры дре-

нопромывочного устройства (РК ДПУ) в дренажной трубе.

В результате проведенных исследований было установлено, что угол ориентации струеформирующего насадка существенно влияет на гидравлические характеристики дренажнопромывочного устройства, а также на эффективность очистки дренажной трубы от наносных отложений.

Процесс размыва слоя несвязных наносных отложений гидравлической незаопленной струей происходит с определенной фиксированной скоростью. Назовем эту величину скоростью резания ($U_{рез}$), связь ее с толщиной слоя наносных отложений имеет следующий вид:

$$U_{рез} = \frac{\delta_n}{t_{рез}}, \quad (1)$$

где $t_{рез}$ — время, необходимое для разработки струей заданного слоя наносных отложений в диаметре воронки размыва.

Связь времени $t_{рез}$ с размывающей скоростью имеет следующий вид:

$$t_{рез} = \frac{\delta_n}{U_p}. \quad (2)$$

После подстановки (1) в формулу, определяющую длину струи

$$x_c = \frac{\Delta r}{\sin \beta},$$

получаем следующее равенство:

$$U_{рез} = U_p. \quad (3)$$

Условный шаг перемещения РК ДПУ в дренажной трубе связан с размером области размыва. Очевидно, что время резания заданного слоя наносных отложений должно совпадать со временем поступательного перемещения РК ДПУ на фиксированный шаг. Согласно [3] указанная связь может быть представлена в следующем виде:

$$t_{рез} = \frac{d_x}{K_{зан} U_n}, \quad (4)$$

где $K_{зан}$ — коэффициент запаса, учитывающий степень перекрытия промытых областей в процессе поступательного движения РК ДПУ, изменяется в диапазоне $1,5 \div 2,0$; U_n — поступательная скорость перемещения рабочей камеры ДПУ в дренажной трубе, составляет

$$U_n = \frac{L_n}{t_n}.$$

Приравняв правые части формул (2) и (4) и решив полученное равенство относительно диаметра области размыва, с учетом (3) получаем зависимость следующего вида:

$$d_{внз} = K_{зан} \cdot \delta_n \cdot \frac{U_n}{U_p}. \quad (5)$$

Необходимая для размыва заданного слоя наносных отложений скорость истечения из СФН U_o может быть найдена из совместного решения равенств

$$d_{внз} = d_{хнз} \cdot \sqrt{1 + \frac{U_{хнз} \cdot \sin \beta}{U_p}} \quad \text{и} \quad (5).$$

После математических преобразований получаем выражение для скорости истечения из струеформирующего насадка следующего вида:

$$U_o = U_p \cdot \frac{\left(K_{зан} \cdot \frac{\delta_n}{d_{хнз}} \cdot \frac{U_n}{U_p} \right)^2 - 1}{\left(\frac{d_o}{d_{хнз}} \right)^2 \cdot \sin \beta}. \quad (6)$$

Размывающую скорость U_p , входящую в полученную зависимость, можно определить по одной из формул русловой гидравлики, например:

$$U_p = \sqrt{\frac{g}{C_f} \cdot d_n \cdot \left(\frac{\rho_m}{\rho} - 1 \right)}, \quad (7)$$

где d_n — осредненный диаметр частиц наносных отложений; C_f — коэффициент сопротивления обтекания частицы, согласно [4] равен 1,2; ρ , ρ_m — плотность воды и частиц грунта наносных отложений; g — ускорение свободного падения.

Расход одного струеформирующего насадка Q_o составляет:

$$Q_o = U_o \cdot \omega_o, \quad (8)$$

где ω_o — площадь поперечного сечения отверстия струеформирующего насадка, составляет:

$$\omega_o = \frac{\pi \cdot d_o^2}{4}. \quad (9)$$

Расчетное количество струеформирующих насадков $n_{нзр}$ определится из условия промывки всего внутреннего периметра дренажной трубы. Этому условию отвечает следующая зависимость:

$$n_{нзр} = \frac{\pi \cdot d_{др}}{d_{внз}}. \quad (10)$$

Найденное количество СФН является наименьшим, так как не учитывается взаимное перекрытие смежных областей промывки в поперечной плоскости дренажной трубы по ее периметру. Для определения необходимого количества СФН необходимо ввести в формулу (1) перед диаметром воронки размыва коэффициент перекрытия K_n . С учетом этого зависимость для определения необходимого количества СФН на РК ДПУ ($n_{нз}$) принимает следующий вид:

$$n_{нз} = \frac{\pi \cdot d_{др}}{K_n \cdot d_{внз}}. \quad (11)$$

В первом приближении значение коэффициента перекрытия можно принять равным $K_n \approx 2/3$.

Тогда расход ДПУ составит

$$Q_{дпу} = n_{нз} \cdot Q_o, \quad (12)$$

а общий объем воды, необходимый для размыва заданного слоя наносных отложений по всей длине дренажной трубы за время t_n , можно определить по следующей зависимости:

$$W_{дпу} = Q_{дпу} \cdot t_n. \quad (13)$$

Объем воды, необходимый для размыва заданного слоя наносных отложений на длине 1 п.м. дренажной трубы, $W_{1пм}$ составляет:

$$W_{1пм} = \frac{W_{дпу}}{L_n}. \quad (14)$$

Таким образом, в результате проведенных расчетов возможно определение количества СФН, а также объема воды, необходимого для размыва наилка в полости дренажного трубопровода.

Литература

1. Долматов Н.П., Михеев А.В. Технико-экономическое обоснование параметров дренопромывочной головки / Н.П. Долматов, А.В. Михеев // Вестник ЮРГТУ (НПИ). Социально-экономические науки. — 2016. — №2. — С. 53–61.
2. Долматов Н.П. Технико-экономическая эффективность функционирования дренопромывочного устройства в условиях мелиорации земель / Н.П. Долматов, А.В. Михеев, Л.Г. Долматова // Международный научно-исследовательский журнал. — 2016. — №11 (53). — С. 13–17.
3. Мурашко А.И. Защита дренажа от заиливания / А.И. Мурашко — М.: Урожай, 1978. — 150 с.
4. Абрамович Г.Н. Теория турбулентных струй / Г.Н. Абрамович — М.: Наука, 1984. — 750 с.

Поступила в редакцию

26 апреля 2019 г.



Долматов Николай Петрович — кандидат технических наук, доцент кафедры «Машины природообустройства» Новочеркасского инженерно-мелиоративного института имени А. К. Кортунова ФГБОУ ВО «ДГАУ».

Dolmatov Nikolay Petrovich — candidate of technical Sciences, associate Professor of the Department «Machine engineering» of Don State Agrarian University's Novocherkassk Institute of Reclamation Engineering.

346410, г. Новочеркасск, ул. Фрунзе, 3
3 Phrunze st., 346410, Novocherkassk, Russia
Тел.: 8 (8635) 27-96-03, 8 (8635) 27-56-55, 8 (928) 602-27-00
E-mail: dolmanik@yandex.ru



Египко Сергей Владимирович — кандидат технических наук, доцент кафедры «Машины природообустройства» Новочеркасского инженерно-мелиоративного института имени А. К. Кортунова ФГБОУ ВО «ДГАУ».

Egipko Sergey Vladimirovich — candidate of technical Sciences, associate Professor of the Department «Machine engineering» of Don State Agrarian University's Novocherkassk Institute of Reclamation Engineering.

346410, г. Новочеркасск, ул. Грекова, 91
91 Grekova st., 346410, Novocherkassk, Russia
Тел.: 8 (8635) 27-96-03, 8 (906) 429-78-00
E-mail: egipko_@mail.ru