

ИНСТИТУТ МЕЛИОРАЦИИ, ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА И СТРОИТЕЛЬСТВА ИМЕНИ А.Н. КОСТЯКОВА

УДК 631.612: 626.8

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОЧЕГО ОРГАНА КАМНЕУБОРОЧНОЙ МАШИНЫ

Пенкин Дмитрий Андреевич, магистрант 2 курса института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 1997game1997@mail.ru

Научный руководитель – Насонов С.Ю., старший преподаватель кафедры организации и технологии строительства объектов природообустройства, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, snasonov@rgau-msha.ru

Аннотация: дано обоснование необходимости исследования камнеуборочного рабочего органа. Представлены некоторые промежуточные итоги.

Ключевые слова: засоренность, камни, рабочий орган, рабочий процесс.

Исследованиями установлено, что качественная уборка от камней сельскохозяйственных территорий обеспечивает существенный прирост продукции. Необходимость проведения камнеуборочных работ на мелиорируемых землях можно обосновать следующими причинами: в поверхностном слое почвы (до 0,2 м) необходимо устранять каменистые препятствия при проведении сельскохозяйственных операций (сев, уход, уборка и т.д.). При проведении глубокого мелиоративного рыхления (до 0,7 м) и укладке дренажа (до 2 м) так же необходимо устранять препятствия в виде камней [1].

Вся камнеуборка классифицируется на уборку мелких, средних и крупных камней

Большая часть всех сельскохозяйственных операций связана, в основном, с почвой. Исследованиями [1, 2, 3] так же установлено, что в этом почвенном слое залегают в основном средние и мелкие камни.

Лабораторная оценка предполагается на физической модели рабочего органа камнеуборочной машины. Для этой цели рассчитана, спроектирована и изготовлена физическая модель рабочего органа этой машины, (расчётный масштаб составил М1:4), [4].

Неравенство для выбора масштабного коэффициента при физическом моделировании составляют следующие выражения:

$$i \leq \begin{cases} \frac{l_H}{k_d \cdot d} \\ n+1 \sqrt{\frac{F_H \cdot 100 \cdot \varepsilon^2}{F_{пр} \cdot k_{тп}}} \end{cases}$$

где: l_H – определяющий линейный размер рабочего органа оригинала, $l_H = h_y = 0,2$ м; k_d – коэффициент учёта исследуемого процесса, в данном случае, резания и рыхления $k_d = 5$; d – максимальный линейный размер минеральной фракции грунта $d = 4$ мм = 0,004 м; $F_H = F_{Kcc}$ – ориентировочное значение тягового сопротивления при работе натурального образца камнеуборочной машины (оригинала), принятое равному номинальному тяговому усилию агрегируемого с трактором типа МТЗ-82: $F_H = 14 \cdot 10^3$ Н; ε – относительная ошибка опыта $\varepsilon = 0,09$; $k_{т.п}$ – класс точности прибора $k_{т.п} = 3\%$; $F_{пр}$ – предел измерения кварцевого пьезодатчика типа Д-150: $F_{пр} = 1500$ Н; n – показатель степени, зависящий от характера подобия объектов, $n = 3$.

$$\alpha_H = \alpha_M$$

где: α_H – конструктивные углы натурального образца рабочего органа; α_M – конструктивные углы модели рабочего органа.

На основе их анализа для исследования рабочего органа принимаем: величину заглубления рабочего органа равную 0,2 м, $h_y = 0,2$ м, и ширину захвата, равную $b_{po} = 1,25$ м.

Грунт в канале имеет следующие характеристики: тип – средний суглинок, влажность $W = 4 \dots 10\%$, максимальный размер фракций $d < 4$ мм, сцепление $C_0 = 0,5 \cdot 10^5$ Н/м², углы внешнего и внутреннего трения соответственно $\varphi = 20^\circ$ и $\varphi_r = 22^\circ$, число ударов $C_{уд} = 7 \dots 12$.

По условию соблюдения геометрического подобия структурных элементов грунта для камнеуборочного рабочего органа максимально возможный масштабный коэффициент:

$$i'_{max} \leq \frac{l_H}{k_d \cdot d} = \frac{0,2}{5 \cdot 0,004} = 10,$$

Исходя из предельно допустимой ошибки измерения, определяемой

$$\text{точностью аппаратуры: } i''_{max} \leq \sqrt[n+1]{\frac{F_H \cdot 100 \cdot \varepsilon}{F_{пр} \cdot k_{т.п}}} = \sqrt[3+1]{\frac{14^3 \cdot 0,09 \cdot 100}{1500 \cdot 3}} = 2,3003,$$

Приняв $i = 4$, получим следующие линейные размеры рабочего органа: $(h_y)_M = 5$ см; $(b_{po})_M = 31$ см.

В соответствии с полученными данными спроектирована модель рабочего органа камнеуборочной машины, на рисунке 1 представлено её трехмерное и фактическое изображение.

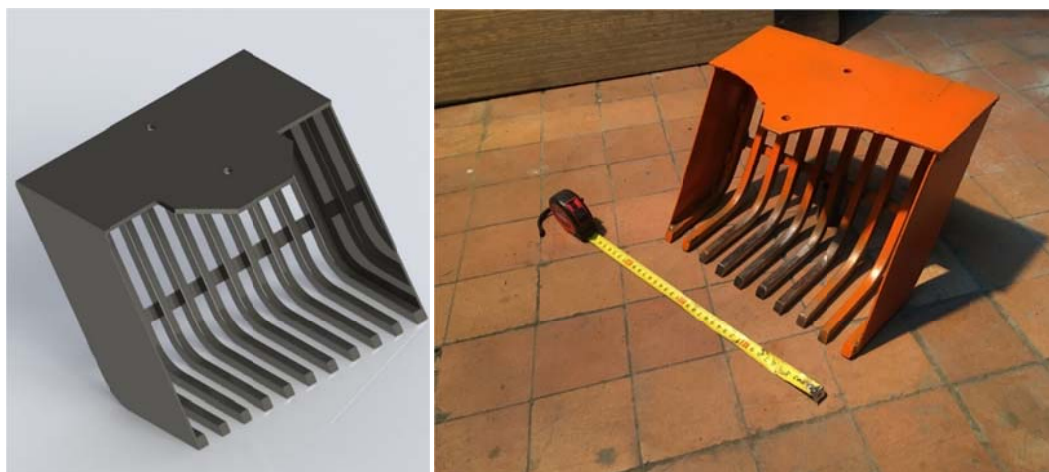


Рис. 1. Трёхмерная *а)* и физическая *б)* модель рабочего органа камнеуборочной машины

При моделировании рабочей среды необходимо учитывать степень засорения камнями самой поверхности и глубины слоя.

С целью такого учёта на Опытных полях Тимирязевской академии были проведены оценочные измерения крупности камней (объём исследуемого квадратного шурфа составил $V_{ш}=0.027 \text{ м}^3$). В результате измерения были подобраны необходимого размера камни для физического моделирования в лабораторных условиях, диапазоном: $d_k=2.75\dots 17.5 \text{ см}^2$.

Подводя итог, можно сделать следующие основные выводы:

Рассчитана и изготовлена физическая модель рабочего органа.

Выбраны соответствующие камни.

Локально оценена плотность и засоренность камнями участка Опытного поля Тимирязевской академии.

Библиографический список

1. Пунинский В. С. Механизация камнеуборочных работ. – М.: ГНУ ВНИИГиМ, 2008. – 144 с.
2. Пенкин Д. А. Технологии и средства механизации камнеуборочных работ. // Матер. XV Всерос. студ. науч. конференции. – Красноярск, 2020. С. 23-26.
3. Пенкин Д. А., Пунинский В. С., Насонов С. Ю. Анализ технологий и машин камнеуборочных работ. // Матер. международ. студ. н.-п. конференции. – Рязань: РГАТУ, 2020. С. 381-383.
4. Практикум по мелиоративным машинам / под ред. Ю. Г. Ревина. – М.: Колос, 1995. – 205