

УСОВЕРШЕНСТВОВАННАЯ КОНСТРУКЦИЯ РАБОЧЕГО ОРГАНА ДЛЯ СКАШИВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ СО ДНА МЕЛИОРАТИВНОГО КАНАЛА

В. Н. Основин, кандидат технических наук, доцент

В. А. Агейчик, кандидат технических наук, доцент

Л. Г. Основина, кандидат технических наук, доцент

*Белорусский государственный аграрный технический университет,
г. Минск, Беларусь*

Аннотация

Приведен анализ типов режущих аппаратов, их особенности и достоинства, определены зависимости, по которым изменяется траектория движения ножа. С целью повышения производительности и качества технологического процесса скашивания растительности со дна мелиоративных каналов предложена усовершенствованная конструкция рабочего органа роторной косилки.

Ключевые слова: *режущие аппараты, скашивающие растительности, дренажные каналы.*

Abstract

V. N. Osnovin, V. A. Ageychik, L. G. Osnovina

IMPROVED DESIGN OF THE WORKING BODY FOR CUTTING VEGETATION FROM THE BOTTOM OF THE RECLAMATION CHANNEL

The analysis of types of cutting devices, their features and advantages is given, dependences on which the trajectory of the knife movement changes are determined. In order to increase the productivity and quality of the technological process of mowing vegetation from the bottom of reclamation channels, an improved design of the working body of a rotary mower is proposed.

Keywords: *actuator, mowing of vegetation, reclamation canals.*

Скашивание растительности на мелиоративных каналах является наиболее трудоемкой технологической операцией из комплекса мер по уходу за каналами. Для этого применяют в основном два типа режущих аппаратов: роторный с вращательным и сегментный с возвратно-поступательным движением ножей. Первый относится к режущим аппаратам бесподпорного резания. В этом случае для эффективного среза необходима большая скорость ножа: до 35–50 м/с.

Роторный режущий аппарат отличается простотой, легко агрегируется с базовой машиной, особенно при использовании гидропривода. К достоинствам названного аппарата следует отнести и его способность одинаково хорошо срезать как тонкостебельные, так и тол-

стостебельные травы практически при любой плотности травостоя. Однако роторный режущий аппарат не может работать под водой. В режущих аппаратах подпорного резания (сегментных) уменьшается изгиб стебля и повышается надежность среза, в том числе в каналах, наполненных водой. В двухножевых аппаратах два ножа одновременно движутся навстречу друг другу. Каждый из них выполняет функции режущего и подпорного элементов. В этом случае существенно снижаются инерционные усилия, повышается плавность работы косилки, однако усложняется конструкция механизма привода ножей.

Решить задачу совершенствования существующих режущих аппаратов можно путем анализа

ранее проведенных исследований и разработки теории для новых режущих аппаратов.

Академик В. П. Горячкин создал научные основы теории резания стеблей [1]. Работы Л. П. Крамаренко и экспериментальные исследования В. А. Желиговского, Н. Е. Резника легли в основу теории резания стеблей [2–4].

На целесообразность замены возвратно-поступательного движения ножей вращательным в свое время указывал В. П. Горячкин [1]. Этому же вопросу посвящены работы Е. М. Гутьяра, И. Ф. Василенко, Е. С. Босого [5–7].

Исследованию бесподпорного резания растений режущими аппаратами с горизонтальной осью вращения посвятили свои работы В. А. Константинов, Л. И. Комаров [8–9].

В. А. Шаршунов, Е. И. Мажугин, С. Г. Рубец проводили исследования по обоснованию геометрических параметров режущей кромки ножа роторной косилки, используемой на мелиоративных объектах [10].

При работе режущего аппарата с вертикальной осью вращения нож движется по сложной траектории. Скорость любой точки ножа диска представляет собой геометрическую сумму окружной U и поступательной V_m скоростей машины. При этом вал барабана режущего аппарата может вращаться по часовой стрелке и против нее.

При вращении вала по часовой стрелке траектория движения ножа режущего аппарата будет представлена циклоидой с нижним расположением петли.

Определим зависимости, по которым будет изменяться траектория движения ножа. Для этого представим циклоиду в осях координат (рис. 1).

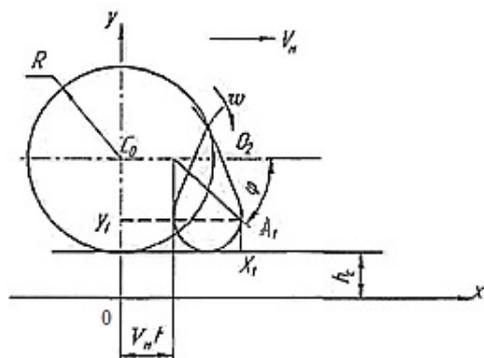


Рис. 1. Схема образования циклоиды при вращении ротора по часовой стрелке

Координаты точки A_1 по осям X и Y можно представить в виде параметрических уравнений:

$$\begin{cases} X_1 = V_m t + R \cos \varphi \\ Y_1 = h_c + R - R \sin \varphi \end{cases} \quad (1)$$

где X_1 – координата точки A_1 по оси X ; Y_1 – координата точки A_1 по оси Y ; V_m – скорость движения машины; t – время перемещения; R – радиус от центра вала до кромки ножа; φ – угол поворота ножа. С учетом того, что $\varphi = \omega t$, где ω – угловая скорость ротора, уравнение можно представить в виде:

$$\begin{cases} X_1 = V_m t + R \cos \omega t \\ Y_1 = h_c + R(1 - \sin \omega t) \end{cases} \quad (2)$$

Представленные уравнения и являются уравнениями циклоиды в параметрическом виде.

Наряду с рассмотренной траекторией, может быть перемещение ножа по циклоиде при вращении ротора против часовой стрелки, то есть снизу вверх. Представим указанную циклоиду в осях координат по аналогии с (2) и выразим уравнения траектории движения ножа в параметрическом виде для точки A_2 (рис. 2).

$$\begin{cases} X_2 = V_m t + R \cos \omega t \\ Y_2 = h_c + R \cos \omega t \end{cases} \quad (3)$$

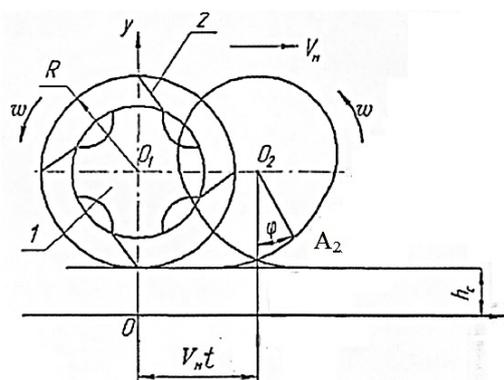


Рис. 2. Схема образования циклоиды при вращении ротора против часовой стрелке

Если продифференцировать выражение X_2 по времени t , то в результате определим абсолютную скорость.

Если продифференцировать уравнения (2) и (3) для X_1 и X_2 по времени t , то в результа-

те получим выражение проекций абсолютных скоростей на ось X :

$$\frac{dx_1}{dt} = V_{x_1} = V_M - R\omega \sin \omega t; \quad (4)$$

$$\frac{dx_2}{dt} = V_{x_2} = V_M + R\omega \sin \omega t. \quad (5)$$

Отсюда следует, что проекция абсолютной скорости на ось X при вращении против часовой стрелки выражение (5) выше, чем та же проекция при вращении ротора в противоположную сторону (4).

Следовательно, более качественный срез сорной растительности, а также более высокая производительность машины будут получены при вращении дискового ножа против часовой стрелки.

Поэтому с целью повышения производительности и качества технологического процесса скашивания дна мелиоративных каналов в УО «Белорусский государственный аграрный технический университет» усовершенствован рабочий орган для скашивания растительности со дна мелиоративного канала [11]. Для этого на раме закреплен гидромотор, к нижней части которого присоединен ротор с вертикальной осью вращения приводного вала, со сменными ножами, закрепленными на нем шарнирно в горизонтальной плоскости. А на раме закреплена лыжа с возможностью опоры и перемещения по дну мелиоративного канала, где содержится дисковый нож. Он устанавливается на раме в ее продольной вертикальной плоскости симметрии впереди ротора с возможностью вращения относительно горизонтальной оси, расположенной перпендикулярно направлению движения. Причем нижняя кромка дискового ножа расположена ниже уровня опорной поверхности лыжи, а дисковый нож установлен на раме с возможностью регулировки положения по высоте.

Техническим результатом предложенного решения является повышение производительности и качества технологического процесса скашивания дна мелиоративных каналов за счет повышения курсовой устойчивости при движении рабочего органа вдоль оси симметрии дна канала. Это обеспечивается тем, что на раме рабочего органа впереди ротора в продольной плоскости симметрии с возможностью враще-

ния относительно горизонтальной, перпендикулярной направлению движения оси устанавливается дисковый нож. Нижняя кромка дискового ножа расположена ниже уровня опорной поверхности лыжи, что препятствует колебаниям рабочего органа в поперечном направлении движения.

На рис. 3 изображен общий вид машины, а на рис. 4 – общий вид рабочего органа.

Рабочий орган состоит из трактора 1 с закрепленной на нем стрелой 2 и выполненного в виде отдельного прицепного блока рабочего органа, соединенного своей рамой 3 со стрелой 2 посредством гибкого элемента в виде каната или цепи 4. К раме 3 рабочего органа снизу прикреплен лыжа 5 для опоры и передвижения, а к верхней части рамы 3 прикрепляется гидромотор 6, выходной вал которого направлен вниз и соединен с вертикальным приводным валом режущего аппарата-ротора с шарнирно установленными двумя или четырьмя ножами 7. Ножи 7 съемные, и их длины могут соответствовать различной ширине захвата, выбираемой в зависимости от ширины канала по дну. На раме 3 рабочего органа впереди режущего аппарата-ротора с шарнирно установленными двумя или четырьмя ножами 7 в продольной вертикальной плоскости симметрии установлен дисковый нож 8. Нижняя кромка дискового ножа расположена ниже уровня опорной поверхности лыжи 5, а крепления его к раме 3 рабочего органа выполнены с возможностью регулировки положения дискового ножа по высоте за счет болтовых соединений 9 и регулировочных отверстий 10.

Рабочий орган работает следующим образом.

С помощью гидропривода стрела 2 вместе с выполненным в виде отдельного прицепного блока рабочим органом устанавливается в рабочее положение. Трактор 1 перемещается по берме канала с включенным гидромотором 6, приводящим во вращательное движение ножи 7, при этом за счет опоры на лыжи 5 прицепной блок скользит по дну канала. Установленный впереди режущего аппарата дисковый нож 8, нижняя кромка которого расположена ниже уровня опорной поверхности лыжи 5, врезаясь в дно канала, повышает курсовую устойчивость при движении рабочего

органа вдоль оси симметрии дна канала. Это препятствует колебаниям рабочего органа в поперечном направлении движения, одновременно повышая производительность технологического процесса и качество скашивания травы и другой сорной растительности.

В зависимости от плотности грунта дна канала осуществляется регулировка положения дискового ножа 8 по высоте за счет болтовых соединений 9 и регулировочных отверстий 10.

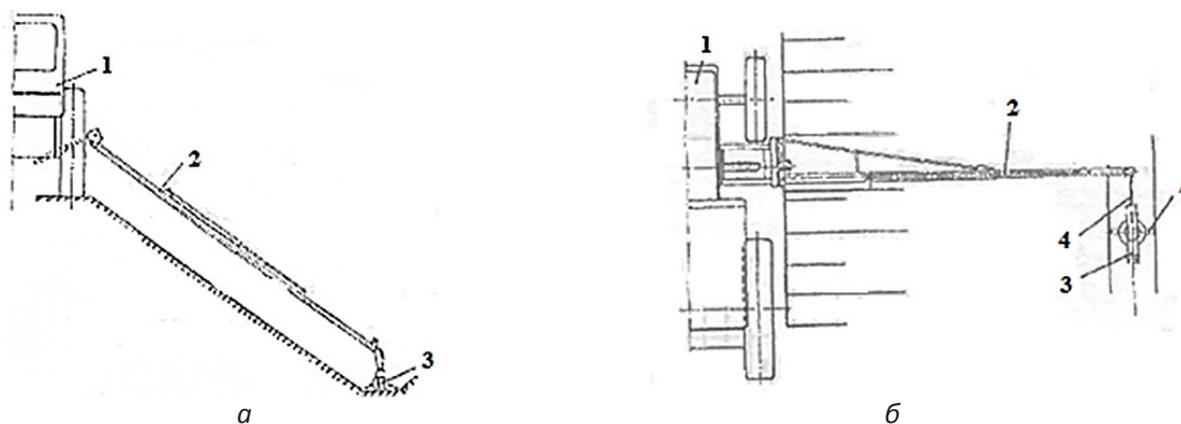


Рис. 3. Общий вид машины: а – сзади, б – сверху

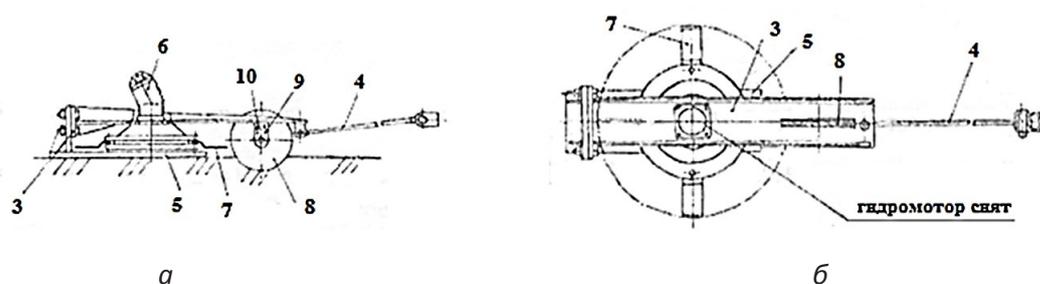


Рис. 4. Общий вид рабочего органа: а – сбоку, б – сверху:

1 – трактор, 2 – стрела, 3 – рама, 4 – канат (цепь), 5 – лыжа, 6 – гидромотор, 7 – ножи, 8 – дисковый нож, 9 – болтовые соединения, 10 – регулировочные отверстия

Выводы

Приведена усовершенствованная конструкция рабочего органа для скашивания растительности со дна мелиоративных каналов. Особенность предлагаемой конструкции заключается в том, что дисковый нож, установленный на раме ротора в продольной плоскости, препятствует колебаниям рабочего органа в поперечном направлении движения. Это повышает курсовую устойчивость при движении рабочего органа вдоль оси симметрии дна канала, что ведет к повышению производительности и качества технологического процесса скашивания дна мелиоративных каналов.

Библиографический список

1. Горячкин, В. П. Собрание сочинений : в 3 т. / В. П. Горячкин. – М. : Колос, 1965. – Т. 3. – С. 68–69.
2. Крамаренко, Л. П. Сопротивление растений перерезанию. Теория конструкции и производство сельхозмашин / Л. П. Крамаренко. – М. : Сельхозгиз, 1936. – С. 180–182.
3. Желиговский, В. А. Экспериментальная теория резания лезвием : сб. тр. / В. А. Желиговский. – М. : Моск. ин-т механизации и электрификации сел. хоз-ва, 1941. – Вып. IX. – 28 с.
4. Резник, Н. Е. Некоторые вопросы теории резания лезвием : сб. науч. тр. / Н. Е. Резник. – М. : ВИСХОМ, 1967. – Вып. 55. – С. 151–219.

5. Гутьяр, Е. М. Теория дискового ножа постоянного сопротивления / Е. М. Гутьяр // Сельскохозяйственная машина. – 1933. – № 6. – С. 2–6.
6. Василенко, И. Ф. Экспериментальная теория режущих аппаратов. Теория, конструкция и производство сельскохозяйственных машин / под ред. Б. П. Горячкина. – М.-Л. : Сельхозгиз, 1936. – Т. IV. – С. 111–179.
7. Босой, Е. С. Исследования режущих аппаратов для среза толстостебельных культур / Е. С. Босой – М. : Машгиз, 1954. – С. 81–94.
8. Константинов, П. А. Определение критической скорости резания свободного стебля / В. А. Константинов // Тракторы и сельхозмашины. – 1964. – № 6. – С. 20–22.
9. Комаров, Л. И. К определению основных параметров измельчающего аппарата роторного типа / Л. И. Комаров // Механизация и электрификация социалист. сел. хоз-ва. – 1963. – № 6. – С. 22–24.
10. Шаршунов, В. А. Особенности геометрических параметров кромки ножа роторной косилки, используемой на мелиоративных объектах / В. А. Шаршунов [и др.] // Изв. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. аграрных наук. – 2011. – № 3. – С. 102–107.
11. Рабочий орган для скашивания дна мелиоративных каналов : пат. № 16013 Респ. Беларусь : А 01D 34/86, № а 20100096 / В. Н. Основин, С. В. Основин, В. А. Агейчик. – Дата публ.: 30.08.2011.

Поступила 20 октября 2020 г.