



Электронное научное издание
«Ученые заметки ТОГУ»
2016, Том 7, № 1, С. 148 – 152

Свидетельство
Эл № ФС 77-39676 от 05.05.2010
[http://pnu.edu.ru/ru/ejournal/about/
ejournal@pnu.edu.ru](http://pnu.edu.ru/ru/ejournal/about/ejournal@pnu.edu.ru)

УДК 625.144.6

© 2016 г. А. А. Платонов,
М. А. Платонова, канд. техн. наук
(Московский государственный университет путей сообщения, Воронежский филиал,
Воронеж)

ОБОСНОВАНИЕ ВХОДНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РОТОРНОГО РАБОЧЕГО ОРГАНА С НЕЖЕЛАТЕЛЬНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТЬЮ

В статье рассматриваются вопросы удаления нежелательной растительности с объектов инфраструктуры железных дорог машинами с манипуляторными установками. Определены средние и граничные значения входных параметров и приведён ряд графических зависимостей.

Ключевые слова: нежелательная растительность, манипулятор, параметры, зависимость.

A. A. Platonov, M. A. Platonova

JUSTIFICATION THE INPUT PARAMETERS OF THE DYNAMIC MODEL OF INTERACTION ROTARY WORKING BODY OF UNWANTED VEGETATION

This article discusses the removal of unwanted vegetation from the objects of infrastructure of railways machines with manipulator. Determine the mean and the boundary values of the input parameters and is given a series graphic dependences.

Keywords: unwanted vegetation, manipulator, parameters, dependence.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 15-38-50524 мол_нр.

В настоящее время одной из актуальных задач, решаемых структурными подразделениями ОАО «РЖД» для повышения безопасности перевозочного процесса [4], является защита железнодорожного пути и других объектов производственной инфраструктуры железных дорог общего пользования от нежелательной древесно-кустарниковой растительности. Нежелательная растительность оказывает негативное влияние на видимость сигналов и габаритных огней, нарушает водоотводные и дренирующие свойства призмы земляного полотна, создаёт угрозу падения кроны деревьев на путь и контактную сеть, является вторичным источником облесения смежных сельскохозяйственных угодий от налёта семян нежелательных пород, снижает эстетическое восприятие клиентами инфраструктуры железных дорог в целом (так называемый «вид из окна»).

Для удаления нежелательной поросли в мире разработано несколько методов [1], при этом отдельного рассмотрения заслуживает механический метод с использованием различных средств механизации. В общем случае существует два основных направления в технологии удаления деревьев и кустарников механическим методом: раздельное удаление надземной и корневой частей растений (наиболее распространённый механический метод удаления нежелательной поросли в полосе отвода железных дорог с использованием мульчерной технологии) и удаление растущей древесно-кустарниковой растительности вместе с корнями. При этом перспективным представляется использование машин [2], снабжённых манипуляторной установкой (рис. 1, а, б), на свободном конце которых установлен рабочий орган (режущая головка, диск и т.д.).



Рис. 1. Удаление нежелательной поросли машинами с манипуляторной установкой

В 2014 г. в рамках исследования кинематики и динамики малозвенных механизмов лесных машин, поддержанного Российским фондом фундаментальных исследований (РФФИ), была создана математическая модель взаимодействия роторного рабочего органа, управляемого малозвенным манипулятором, с нежелательной древесно-кустарниковой растительностью и пнями [3], а также построен ряд графических зависимостей.

При моделировании были приняты следующие группы входных параметров.

1. Параметры рабочего органа.

К данной группе входных параметров, оказывающих влияние на динамический процесс удаления растительности, относятся мощность P_r и частота вращения n_r вала роторного рабочего органа; рабочий диаметр ротора D_r ; число резцов (молотков) z с углом резания δ ; ширина захвата рабочего органа $B_{раб}$; КПД привода рабочего органа η .

2. Физико-механические свойства нежелательной растительности (поросли).

К данной группе входных параметров относятся порода поросли; допустимые напряжения на изгиб $[\sigma_{изг}]$; модуль упругости древесины E .

3. Динамические параметры резания.

К данной группе входных параметров относятся подача на один резец S_z ; диаметр ствола нежелательной поросли $d_{ств}$; высота среза $h_{ср}$; глубина реза t_e ; смещение оси вращения ротора относительно оси поросли Δ .

К расчёту были приняты следующие значения входных параметров.

Анализом габаритных размеров существующих рабочих органов для удаления нежелательной растительности с полосы отвода железных дорог были определены средние значения рабочего диаметра ротора $D_r = 0,25...0,4$ м и ширины захвата рабочего органа $B_{раб} = 1,2...1,4$ м. Рабочий диаметр ротора принимался равным $D_r = 0,3$ м.

Ширина резания b_e принималась с учётом объективных данных о процессе удаления одиночной нежелательной растительности роторным мульчером, при котором с порослью (и, зачастую, не столько с её стволом, сколько с ветками) взаимодействует не вся режущая кромка рабочего органа, а лишь его некоторая часть (рис. 2). Ширина такого взаимодействия по режущей кромке может быть в 100...120 раз меньше (при $B_{раб} = 2400$ мм и $d_{ств} = 20...25$ мм) ширины захвата рабочего органа. При взаимодействии роторного рабочего органа с пнём (например, для его измельчения) их контакт также происходит лишь на ограниченной части режущей кромки.

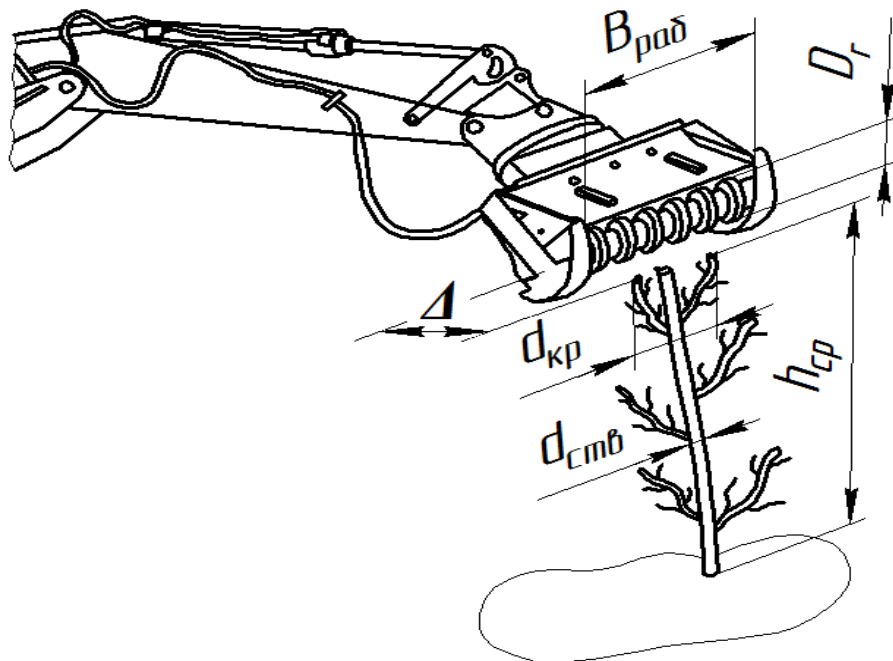


Рис. 2. Входные параметры моделирования динамического процесса удаления нежелательной растительности роторным мульчером

С учётом этого, для проведения динамического моделирования взаимодействия нежелательной поросли с роторным рабочим органом целесообразно использовать не ширину захвата рабочего органа $B_{раб}$, а ширину резания b_e , определяемой по величине среднего диаметра ствола тонкомерной поросли ($d_{ств} = 20...30$ мм), увеличенной на наибольший размер проекции её кроны $d_{кр}$ на режущую кромку рабочего органа.

Анализом частоты вращения существующих рабочих органов для удаления не-

желательной растительности были определены средние значения $n_r = 900 \dots 1300$ об/мин. К расчёту принималась частота вращения $n_r = 1000$ об/мин.

Анализом количества и расположения резцов (молотков) на роторе для существующих рабочих органов было установлено, что количество резцов (молотков) на роторе может достигать нескольких десятков в зависимости от их конструкции, принятого расположения (радиальное, спиралевидное) и способа крепления (подвижное, неподвижное). Указанные факторы оказывают влияние на частоту взаимодействия резцов (молотков) с нежелательной растительностью за один оборот ротора. При этом особенностью удаления одиночной поросли роторным мульчером является то, что не все резцы (молотки) ротора взаимодействуют с нежелательной растительностью. С учётом этого к расчёту принималось радиальное расположение резцов с количеством воздействующих (в одном сечении ротора) на поросль резцов $z = 4$.

Значения физико-механических свойств древесины принимались в зависимости от породы нежелательной растительности. В основном, расчёт проводился для хвойных пород (сосна, ель), а некоторые расчёты охватывали и лиственные (в том числе твёрдые и мягкие) породы.

Анализом геометрических характеристик нежелательной поросли было установлено, что в среднем её высота составляет $h_{cp} = 0,7 \dots 1,0$ м. С учётом этого, во многих расчётах высота принималась $h_{cp} = 0,8$ м.

На основании вышеприведённых значений входных параметров было проведено моделирование динамического рабочего процесса удаления нежелательной растительности в полосе отвода железных дорог и получен ряд графических зависимостей.

В частности, исследованием зависимости отклонения точки контакта поросли с резцом ротора W от высоты среза поросли h_{cp} при изменении ширины резания b_e было установлено (рис. 3), что в пределах одного значения b_e отклонение поросли от вертикального положения с возрастанием h_{cp} ожидаемо увеличивается. При этом при малых значениях ширины резания, соответствующих контакту ограниченной части режущей кромки с порослью, отклонение нежелательной растительности от вертикали невелико.

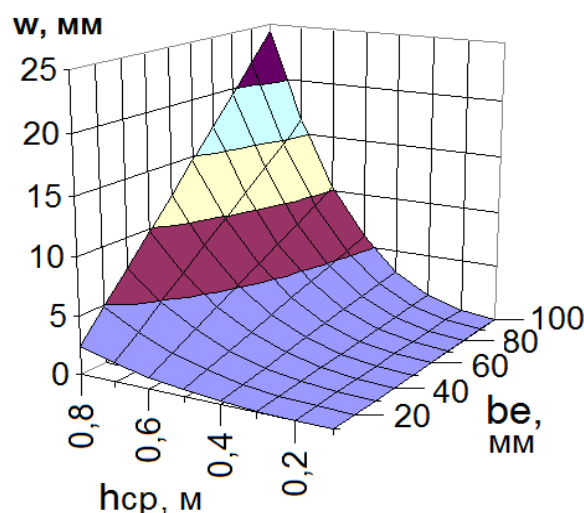


Рис. 3. Зависимость отклонения точки контакта поросли W от высоты среза поросли h_{cp} при изменении ширины резания b_e

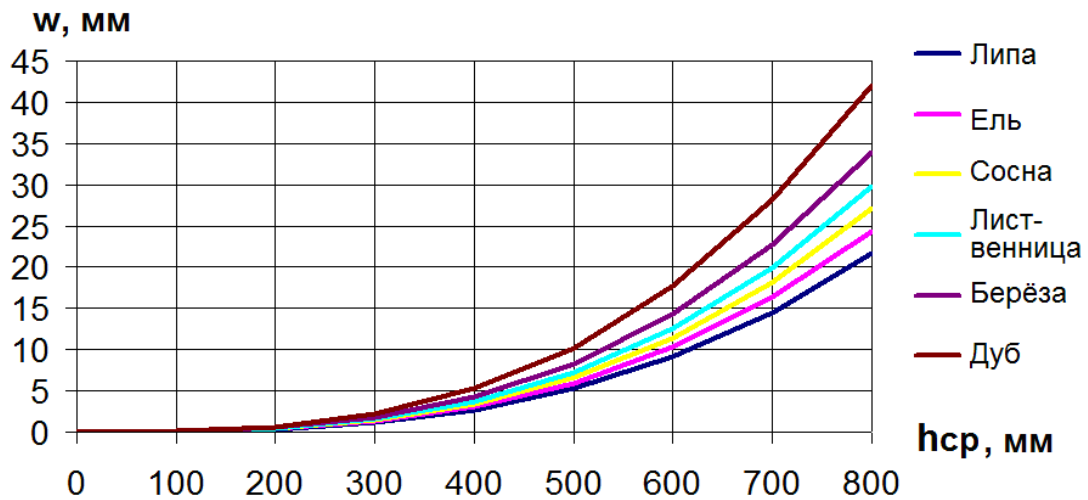


Рис. 4. Зависимость отклонения точки контакта поросли W от высоты среза поросли $h_{ср}$ при изменении породы поросли

Величина отклонения точки контакта поросли с резцом ротора W от высоты среза $h_{ср}$ зависит и от породы поросли (рис. 4). Так, наибольшее отклонение при возрастании высоты среза наблюдается у дуба, что объясняется большими удельными силами резания по сравнению с более мягкими лиственными породами (например, липой). Данное обстоятельство позволяет при необходимости увеличивать ширину взаимодействия режущей кромки ротора с порослью.

В целом, проведённые аналитические исследования входных параметров динамического рабочего процесса удаления нежелательной растительности в полосе отвода железных дорог позволяют получить ряд важнейших практических рекомендаций не только для роторного мульчерного рабочего органа, управляемого манипуляторной установкой, но и для целой системы машин, обладающих определёнными общими свойствами.

Список литературы

- [1] Борьба с растительностью на пути [Электронный ресурс] / СЦБИСТ – сайт работников железных дорог [сайт] [2015]. – URL: <http://scbist.com/zhurnal-put-i-putevoe-hozyaistvo/24767-05-1999-borba-s-rastitelnostyu.html> (Дата обращения: 9.02.2015)
- [2] Платонов А.А. Перспективы внедрения инновационной путевой техники по сети железных дорог ОАО «РЖД» / А.А. Платонов // Вестник Ульяновского государственного технического университета. – 2015. – № 1 (69). – С. 69-72.
- [3] Платонова М.А. Математическое описание рабочей зоны малозвенных манипуляторов / М.А. Платонова, А.А. Платонов, М.В. Дралалюк // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика: сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции. – 2015. – № 9, ч. 2 (20-2). – с. 365-369.
- [4] Стратегия обеспечения гарантированной безопасности и надёжности перевозочного процесса. Распоряжение ОАО «РЖД» № 197р от 28 января 2013.

E-mail:

Платонов А.А. – raa7@yandex.ru