

**МОДЕЛИРОВАНИЕ СИЛОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ГИДРАВЛИЧЕСКОГО
ПРИВОДА МЕХАНИЗМОВ ЛЕСНЫХ МАШИН****MODELING OF POWER CHARACTERISTICS OF HYDRAULIC DRIVE
OF FOREST MACHINE MECHANISMS****Платонов А.А.,**

кандидат технических наук, доцент ФГБОУ
ВО «Воронежский государственный
лесотехнический университет имени Г.Ф.
Морозова», Воронеж, Россия.

Платонова М.А.,

кандидат технических наук, доцент АНОО
ВО «Воронежский институт высоких
технологий», Воронеж, Россия.

Platonov A.A.,

Candidate of Technical Sciences, associate
professor Voronezh State University of Forestry
and Technologies named after G.F. Morozov,
Voronezh, Russia.

Platonova M.A.,

Candidate of Technical Sciences, ANPE
«Voronezh Institute of High Technologies»,
Voronezh, Russia.

Аннотация: Повышение качества удаления нежелательной древесно-кустарниковой растительности с территорий различных объектов, в том числе линейных, может быть обеспечено таким методом воздействия на растительность, как её вырывание с корневой системой. Однако при этом нередко на корневой системе растительности формируется ком почвы, затрудняющий переработку вырванной растительности измельчающими механизмами. В статье рассматриваются вопросы очистки корневой системы путём её отряхивания посредством приложения к звеньям механизма, непосредственно взаимодействующего с удалённой растительностью, вибрирующих воздействий, развиваемых штоком гидроцилиндра.

Abstract: Improving the quality of removal of unwanted trees and shrubs from the territories of various objects, including linear ones, can be ensured by such a method of influencing the vegetation as its uprooting with the root system. However, in this case, a lump of soil is often formed on the root system of the vegetation, which complicates the processing of the uprooted vegetation by grinding mechanisms. The article examines the issues of cleaning the root system by shaking it off by applying vibrating effects to the links of the mechanism that directly interacts with the removed vegetation, developed by the rod of the hydraulic cylinder.

Ключевые слова: нежелательная растительность, удаление, вырывание, механизм, вибрация, усилия, параметры.

Keywords: unwanted vegetation, removal, pulling out, mechanism, vibration, effort, parameters.

В настоящее время продолжает оставаться актуальной проблема повышения качества удаления нежелательной древесно-кустарниковой растительности с территорий различных объектов, в том числе линейных [1-4]. Существующие методы удаления нежелательной растительности (например, срезанием надземной части кусторезами тракторными гусеничными КТГ-2.4; рис. 1, а) не обеспечивают, зачастую, должного качества ввиду достаточно быстрого

(иногда – в течение 2...3 месяцев) возобновления растительности новой порослью (что свойственно, например, для клёна ясенелистного). Более «действенные» методы удаления растительности (например, мульчированием навесным мульчером, рис. 1, б) не всегда экономически эффективны ввиду, например, сравнительно небольшой степени зарастания очищаемого участка или отсутствия возможности приводной техники (трактора или специализированной машины) для подъезда [5]. В этом случае организаторы работ по удалению нежелательной растительности обращают своё внимание на такой метод воздействия на растительность, как её вырывание с корневой системой (например, выкорчёвывателями Naarva P25; рис. 1, в, г).



Рисунок 1 – Удаление нежелательной растительности различными техническими средствами

Достоинством указанного метода является хорошее и отличное качество очистки территории от нежелательной растительности, неспособной (ввиду отсутствия корневых систем в почве) к возобновлению [6]. В тоже время к недостаткам метода вырывания растительности относится нередкое формирование на корневой системе кома почвы, затрудняющего переработку вырванной растительности измельчающими механизмами (рис. 2).

Ввиду широко распространённого в лесной промышленности гидравлического привода механизмов лесных машин [7], одним из способов очистки корневой системы вырванной растительности от кома почвы является её отряхивание посредством приложения к звеньям механизма, непосредственно взаимодействующего с удалённой растительностью, вибрирующих воздействий, развиваемых штоком гидроцилиндра.



Рисунок 2 – Переработка удалённой растительности на щепу

Эффективные усилия $F_{зц\text{эф}}$, развиваемые штоком гидроцилиндра [8] при его вибрирующем выдвижении и движении, зависят от преодолеваемых им сил трения в направляющих $F_{зц\text{тр}1}$ и в уплотнениях $F_{зц\text{тр}2}$, силы противодействия жидкости в нерабочих полостях гидроцилиндра $F_{зц\text{пр}}$, а также инерционных нагрузок $F_{зц\text{ин}}$, возникающих при вибрационном удалении нежелательной растительности (Н):

$$F_{зц} = F_{зц\text{тр}1} + F_{зц\text{тр}2} + F_{зц\text{пр}} + F_{зц\text{ин}} \quad (1)$$

Сила трения $F_{зц\text{тр}1}$ (Н), возникающая в направляющих привода механизма удаления нежелательной растительности и зависящая от конструкции привода, скорости перемещения его элементов, материала трущихся частей и т.д., может быть определена по формуле $F_{зц\text{тр}1} = f_{\text{тр}} \cdot m_{\text{пр}} \cdot g$, где $f_{\text{тр}}$ – коэффициент трения в направляющих привода механизма ($f_{\text{тр}} = 0,05 \dots 0,08$ при скорости перемещения штока гидроцилиндра $v_{\text{шт}} > 0,2$ м/с, $f_{\text{тр}} = 0,10 \dots 0,12$ при $v_{\text{шт}} < 0,2$ м/с [9]); $m_{\text{пр}}$ – приведённая к поршню гидроцилиндра масса подвижных частей привода механизма удаления, кг.

Сила трения $F_{зц\text{тр}2}$ (Н), возникающая в уплотняемых манжетами подвижных соединениях, может быть определена по формуле:

$$F_{зц\text{тр}2} = \pi \cdot D_{\text{мн}} \cdot H_{\text{мн}} \cdot \mu \cdot z \cdot (\bar{p}_{зц} - p_{\text{к}}) \quad (2)$$

где $D_{\text{мн}}$ – диаметр уплотняемой поверхности (в данном случае – диаметр штока гидроцилиндра), мм; $H_{\text{мн}}$ – ширина манжеты, мм; $\mu = 0,1 \dots 0,13$ – коэффициент трения; z – количество манжет; $p_{\text{к}} = 2,5$ МПа – контактное давление, возникающее от воздействия манжеты.

Сила противодействия жидкости $F_{зц\text{пр}}$ (Н), возникающая в нерабочих полостях гидроцилиндра, может быть определена как $F_{зц\text{пр}} = \Delta p \cdot A_{\text{пн(шт)}}$, где $\Delta p = 0,05 \cdot \bar{p}_{зц}$ – потери

давления на внутреннее трение жидкости, Па; $A_{nn(um)}$ – поршневая или штоковая эффективные площади поршня, мм².

Инерционные нагрузки, действующие при включении и приведении в действие в гидрокинематической схеме манипулятора лесных машин гидравлического вибратора, могут быть определены по формуле $F_{zuu} = G_{np} \cdot v_{um} / (g \cdot t_p)$, где G_{np} – вес подвижных частей привода механизма удаления, Н; $t_p = 0,01 \dots 0,5$ с – время разгона штока гидроцилиндра до рабочей скорости.

Усилие (Н), преодолеваемое гидроцилиндром (усилие, сообщающее движение вверх):

$$F_1 = \frac{\pi \cdot D_u^2}{4} \cdot p \cdot \eta_{zu} \quad (3)$$

где D_u – внутренний (рабочий) диаметр гидроцилиндра (диаметр поршня), м; p – давление в поршневой полости, Па.

Расход рабочей жидкости, поступившей в поршневую полость гидроцилиндра:

$$Q_{nn} = \frac{V_{nn}}{t_{nn}}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (4)$$

где $V_{nn} = \pi \cdot D_u^2 \cdot h_n / 4$ – объём (м³) поршневой полости при ходе поршня h_n , м; t_{nn} – время наполнения поршневой полости, с.

Скорость выдвижения штока гидроцилиндра:

$$v_{um} = \frac{Q_{nn}}{\pi \cdot D_u^2 / 4}, \text{ м/с} \quad (5)$$

Усилие (Н), сообщающее движение вниз:

$$F_2 = \frac{\pi \cdot (D_u^2 - d_{um}^2)}{4} \cdot p \cdot \eta_{zu} \quad (6)$$

где d_{um} – диаметр штока гидроцилиндра, мм.

Расход рабочей жидкости, поступившей в штоковую полость гидроцилиндра:

$$Q_{um} = \frac{V_{um}}{t_{um}}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (7)$$

где $V_{um} = \pi \cdot (D_u^2 - d_{um}^2) \cdot h_n / 4$ – объём (м³) штоковой полости при ходе поршня h_n , м; t_{um} – время наполнения поршневой полости, с.

Скорость выдвижения штока гидроцилиндра:

$$v_{um} = \frac{Q_{um}}{\pi \cdot (D_u^2 - d_{um}^2) / 4}, \text{ м/с} \quad (8)$$

Давление рабочей жидкости создаётся нагрузкой – там, где возникает препятствие этому потоку (т.е. при упоре потока жидкости в поршень).

Используя вышеприведённые зависимости можно эффективно определять кинематические и динамические характеристики вибрирующих воздействий, развиваемых

штоком гидроцилиндра лесной машины и направленных на очистку удалённой растительности от кома почвы.

Список литературы

1. Расчистка лесных площадей и трасс воздушных линий электропередач / С.М. Гордеев [и др.]; под ред. П.М. Мазуркина. – Йошкар-Ола: Изд-во МарПИ, 1992. – 95 с.
2. Павлов А.П. Современные подходы в области управления растительностью вдоль воздушных ЛЭП / А.П. Павлов // Электроэнергия. Передача и распределение. – 2020. – № S2 (17). – С. 24-29.
3. Ивашнев М.В. Технология защиты линий электропередачи от деревьев и кустарников с использованием кустореза с активным рабочим органом / М.В. Ивашнев, И.Р. Шегельман // Глобальный научный потенциал. – 2012. – № 4(13). – С. 105-107.
4. Платонов А.А. Вопросы утилизации нежелательной растительности при содержании охранных зон трасс ВЛ / А.А. Платонов // Воронежский научно-технический Вестник. – 2020. – Т. 1, № 1(31). – С. 95-102.
5. Платонов А.А. О механизации аутсорсинговых работ в области борьбы с нежелательной растительностью на эксплуатационных объектах инфраструктуры / А.А. Платонов, М.А. Платонова // В сборнике: Транспорт: наука, образование, производство. Труды международной научно-практической конференции. 2016. С. 108-111.
6. Попиков П.И. Математическая модель динамических режимов гидроманипулятора при удалении нежелательной растительности с корнем в молодых лесонасаждениях / П.И. Попиков, Л.Д. Бухтояров, А.А. Платонов // Resources and Technology. – 2021. – Т. 18, № 2. – С. 32-47. – DOI: 10.15393/j2.art.2021.5643.
7. Попиков П.И. Исследование динамических режимов гидроприводов лесных манипуляторов / П.И. Попиков, С.В. Малюков, Р.В. Юдин. – Воронеж: Изд-во ВГЛУ, 2018. – 111 с.
8. Гидроманипуляторы и лесное технологическое оборудование: монография / И.М. Бартенев, З.К. Емтыль, А.П. Татаренко, М.В. Драпалюк, П.И. Попиков, Л.Д. Бухтояров. – М: ФЛИНТА-Наука, 2011. – 408 с.
9. Корпачев В.П. Основы проектирования объемного гидропривода: учеб. пособие / В.П. Корпачев, А.А. Андрияс, А.И. Пережилин. – Красноярск: Изд-во СибГТУ, 2012. – 164 с.

References

1. Clearing of forest areas and overhead power transmission lines / S.M. Gordeev [et al.]; edited by P.M. Mazurkina. – Yoshkar-Ola: MarPI Publishing House, 1992. – 95 p.
2. Pavlov A.P. Modern approaches to vegetation management along overhead power transmission lines / A.P. Pavlov // Electric power. Transmission and distribution. – 2020. – № S2 (17). – pp. 24-29.
3. Ivashnev M.V. Technology for protecting power lines from trees and shrubs using a brush cutter with an active working body / M.V. Ivashnev, I.R. Shegelman // Global scientific potential. – 2012. – № 4 (13). – pp. 105-107.

4. Platonov A.A. Issues of disposal of unwanted vegetation in the maintenance of security zones of overhead power lines / A.A. Platonov // Voronezh Scientific and Technical Bulletin. – 2020. – Vol. 1, № 1 (31). – pp. 95-102.
5. Platonov A.A. On the mechanization of outsourcing work in the field of combating unwanted vegetation at operational infrastructure facilities / A.A. Platonov, M.A. Platonova // In the collection: Transport: science, education, production. Proceedings of the international scientific and practical conference. 2016. pp. 108-111.
6. Popikov P.I. Mathematical model of dynamic modes of a hydraulic manipulator when removing unwanted vegetation with roots in young forest plantations / P.I. Popikov, L.D. Bukhtoyarov, A.A. Platonov // Resources and Technology. – 2021. – Vol. 18, № 2. – pp. 32-47. – DOI: 10.15393/j2.art.2021.5643.
7. Popikov P.I. Study of dynamic modes of hydraulic drives of forestry manipulators / P.I. Popikov, S.V. Malyukov, R.V. Yudin. – Voronezh: Publishing house of VSTU, 2018. – 111 p.
8. Hydraulic manipulators and forestry technological equipment: monograph / I.M. Bartenev, Z.K. Emtyl, A.P. Tatarenko, M.V. Drapalyuk, P.I. Popikov, L.D. Bukhtoyarov. – Moscow: FLINTA-Science, 2011. – 408 p.
9. Korpachev V.P. Fundamentals of designing a volumetric hydraulic drive: textbook. allowance / V.P. Korpachev, A.A. Andrias, A.I. Perezhilin. – Krasnoyarsk: Siberian State Technical University Publishing House, 2012. – 164 p.