

ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ МНОГОЗВЕННЫХ ТРАКТОРНЫХ ПОЕЗДОВ

А. Н. Кушнарев, Е. Е. Кузнецов, С. В. Щитов

ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный университет»

(г. Благовещенск, Российская Федерация)

Аннотация: В статье рассматривается вопрос формирования транспортного коридора при движении многозвенных тракторно-транспортных агрегатов, приводятся теоретические исследования по вычислению производительности и графический алгоритм для определения оптимальных значений параметров поворота экспериментального МТТА.

Ключевые слова: многозвенный тракторно-транспортный агрегат; поворот; транспортный коридор; производительность; эффективность.

FEATURES OF THE OPERATION OF ITERATIVE TRACTOR TRAINS

A. N. Kushnarev, E. E. Kuznetsov, S. V. Shchitov

Far Eastern State Agrarian University

(Blagoveshchensk, Russian Federation)

Abstract: The article considers the formation of a transport corridor when moving iterativetractor-transport units, provides theoretical studies on performance calculation and a graphic algorithm to determine the optimal values of the parameters of the turn of the experimental MTTA.

Keywords: iterativetractor-transport units; turn; transport corridor; performance; efficiency.

В последние годы наблюдается сокращение импорта сельскохозяйственной продукции и увеличение объёмов её производства и экспорта. Особенно этот процесс заметен в ряде субъектов, где основным направлением формирования валового продукта региона является сельскохозяйственное направление. В структуре хозяйств Амурской области развитие и господдержку получили

крестьянско-фермерские хозяйства (КФХ), доля которых в объёме производимой продукции из года в год увеличивается.

Как показывает практика, основной проблемой для КФХ в данных условиях является транспортировка полученного урожая с полей, его доработка и хранение. Если вопрос хранения и доработки в последние годы находит своё решение за счёт постройки и ввода в эксплуатацию специального оборудования, то вопрос вывоза урожая с полей стоит достаточно актуально.

В связи с этим возникает необходимость более широкого применения для этих целей многозвенных тракторно-транспортных агрегатов (МТТА), обладающих более высокими тягово-цепными качествами в полевых условиях по сравнению с автомобильным транспортом. Главной же проблемой при движении является не соответствие используемых для этих целей полевых дорог 5 технической категории, имеющих ширину проезжей части в пределах 450 см., требованиям безопасной эксплуатации МТТА, так как происходит выдвигание второго прицепа на полосу встречного движения в повороте.

Решить данную проблему возможно за счёт использования специальных устройств, позволяющих более эффективно использовать имеющую безопасную ширину транспортного коридора. В Дальневосточном ГАУ для этих целей было разработано специальное устройство, на которое получен патент РФ № 2728162 [1].

Предложенное устройство позволяет использовать МТТА не только в выше названных условиях, но и даёт возможность повысить их производительность.

В работе [2] величину производительности на транспортных работах предлагается определять по формуле:

$$W = \left(\frac{\mu \cdot j}{L - V_T (1 - \delta) \mu t} \right) m_{\text{прс}} V_p, \quad (1)$$

где μ – коэффициент использования пробега; j – коэффициент использования грузоподъемности; L – длина ездки, км; V_p – рабочая скорость движения, км/ч; δ – коэффициент буксования; t – время простоя тракторного поезда на погрузочно-разгрузочных операциях, ч; $m_{\text{прс}}$ – масса перевозимого груза одним прицепом, т.

Рассмотрим траекторию движения многозвенного ТГА состоящего из энергетического средства и двух прицепов, представленную в виде схемы на рисунке 1.

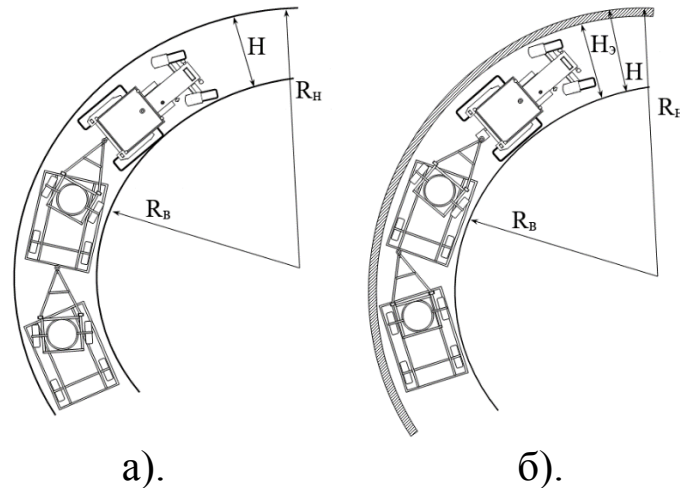


Рисунок 1 – Схема к определению ширины транспортного коридора:

а – серийный агрегат, б – экспериментальный агрегат

Рассмотрим составляющие радиуса поворота в данном случае:

$$R_{\text{н}} = R_{\text{в}} + H, \quad (2)$$

где $R_{\text{в}}$ – внутренний радиус поворота второго прицепа, м; $H_{\text{к}}$ – ширина транспортного коридора, м, $R_{\text{н}}$ – наружный радиус поворота ТГА, м.

Формула (2) показывает, что для снижения радиуса поворота необходимо уменьшать ширину транспортного коридора, образуемого вторым прицепом. Решить поставленную задачу возможно за счёт использования устройств позволяющих регулировать ширину транспортного коридора путём смещения точки соединения первого и второго прицепов. В результате ранее проведенных исследований [3] была получена зависимость позволяющая определить ширину транспортного коридора при использовании устройства установленного между первым и вторым прицепом

$$H = R_{\text{н}} - (R_{\text{в}} + L_1) = R_{\text{н}} - \left(R_{\text{в}} + R \arccos \frac{ab + \sqrt{(R^2 - b^2) \cdot (R^2 - a^2)}}{R^2} \right) \quad (3)$$

Анализ формулы (3) показывает, что с уменьшением ширины транспортного коридора радиус поворота тоже уменьшается.

Решая совместно уравнения 2 и 3 определим длину пути на преодолении поворотов, которая будет равна:

- для серийного МТГА:

$$L_2 = 2\pi(R_B + H_K). \quad (4)$$

- для МТГА с устройством:

$$L_2 = 2\pi \left(R_H + \left(R_B - R \arccos \frac{ab + \sqrt{(R^2 - b^2) \cdot (R^2 - a^2)}}{R^2} \right) \right) \quad (5)$$

Таким образом общая длина пути проходимая МТГА на поворотах будет равна:

- для серийного МТГА:

$$L = L_1 + L_2 = L_1 + 2\pi(R_H + H) \quad (6)$$

- для МТГА с устройством:

$$L = L_1 + L_2 = L_1 + 2\pi \left(R_H - \left(R_B - R \arccos \frac{ab + \sqrt{(R^2 - b^2) \cdot (R^2 - a^2)}}{R^2} \right) \right) \quad (7)$$

Анализируя формулы 6 и 7 можно отметить, что за счёт использования предлагаемого устройства общая длина пути, проходимая МТГА при выполнении транспортных работ будет меньше.

С учётом выше сказанного величина производительности будет равна:

- для серийного МТГА:

$$W = \left(\frac{\mu \cdot j}{L_1 + 2\pi(R_H + H) - V_T(1 - \delta)\mu t} \right) m_{\text{прс}} V_p, \quad (8)$$

- для экспериментального МТГА с устройством:

$$W = \left(\frac{\mu \cdot j}{L_1 + 2\pi \left(R_H - R \arccos \frac{ab + \sqrt{(R^2 - b^2) \cdot (R^2 - a^2)}}{R^2} \right) - V_T(1 - \delta)\mu t} \right) m_{\text{прс}} V_p \quad (9)$$

Сравнивая между собой производительность серийного МТГА (формула 8) и производительность с установленным устройством (формула 9), можно отметить, что установка устройства для корректировки ширины транспортного коридора позволяет повысить производительность МТГА за счёт снижения длины пути, затраченного на повороты.

При проведении экспериментальных исследований ставилась задача определить оптимальные значения параметров поворота при помощи программ «Sigma Plot 11.0». Полученный графический алгоритм определения оптимальных параметров представлен на рисунке 2.

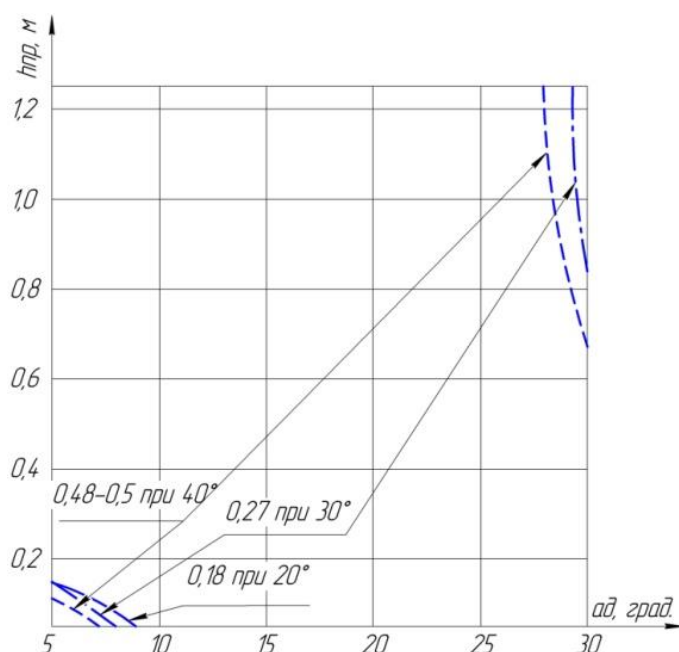


Рисунок 2 – Графический алгоритм для определения оптимальных значений параметров поворота экспериментального МТГА

Проведенными исследованиями установлено, что использование предлагаемого устройства позволяет повысить производительности МТГА за счёт снижения длины ездки (формула 9) и определить оптимальные параметры поворота (рисунок 2).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Патент № 2728162 Российская Федерация. Гидрорегулируемое буксирное устройство колёсного трактора / Щитов С. В, Кузнецов Е. Е.;

заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ. № 2018114603; заявл. 13.07.2018; опубл. 28.07.2020. Бюл. № 22.

2. Кузнецов Е. Е., Щитов С. В. Повышение эффективности использования мобильных энергетических средств в технологии возделывания сельскохозяйственных культур : монография. Благовещенск : Даль-ГАУ, 2017. 272 с.

3. Кушнарев А. Н., Кузнецов Е. Е., Щитов С. В. Совершенствование использования многозвенных тракторно-транспортных поездов // Техника и оборудования для села. 2020. № 6 (276). С. 14-17.

REFERENCES

1. Shhitov S. V, Kuznecov E. E. [Wheel tractor hydroregulated towing device]: Patent 2728162 Russian Federation. No 2018114603; appl. 13.07.2018; publ. 28.07.2020. Bulletin No. 22.

2. Kuznecov E. E., Shchitov S. V. Povy`shenie e`ffektivnosti ispol`zovaniya mobil`ny`x e`nergeticheskix sredstv v tehnologii vozdeley`vaniya sel`skoxozyajstvenny`x kul`tur [Increasing the efficiency of the use of mobile energy resources in the technology of cultivation of agricultural crops]. Blagoveshensk, Dal`GAU, 2017, 272 p.

3. Kushnarev A. N., Kuznecov E. E., Shchitov S. V. Sovershenstvovanie ispol`zovaniya mnogozvenny`x traktorno-transportny`x poezdov [Improving the use of multi-link tractor-transport trains] // *Tekhnika i oborudovaniya dlya sela*, 2020, no. 6 (276), pp. 14-17.

Об авторах:

Кушнарев Алексей Николаевич, аспирант ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный университет» (675005, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86), leha.kushnarev.79@gmail.com.

Кузнецов Евгений Евгеньевич, доцент кафедры эксплуатации и ремонта транспортно-технологических машин и комплексов ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный университет» (675005, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86), доктор технических наук, доцент, ji.tor@mail.ru.

Щитов Сергей Васильевич, профессор кафедры транспортно-энергетических средств и механизации АПК ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный университет» (675005, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86), доктор технических наук, профессор, shitov.sv1955@mail.ru.

About the authors:

Alexey N. Kushnarev, postgraduate student Far Eastern State Agrarian University (675005, Amur region, Blagoveshchensk, st. Polytechnic, 86), le-ha.kushnarev.79@gmail.com.

Evgeny E. Kuznetsov, associate professor of the Department of Operation and Repair of Transport and Technological Machines and Complexes, Far Eastern State Agrarian University (675005, Amur region, Blagoveshchensk, st. Polytechnic, 86), D.Sc. (Engineering), associate professor, ji.tor@mail.ru.

Sergey V. Shchitov, Professor of the Department of Transport and Energy Facilities and Mechanization of the Agro-Industrial Complex Far Eastern State Agrarian University (675005, Amur region, Blagoveshchensk, st. Polytechnic, 86), D.Sc. (Engineering), professor, shitov.sv1955@mail.ru.