

УДК 629.114.2:629.11.013

Исследование отбора мощности на гидропривод бульдозерного оборудования трактора промышленного назначения

Т.Т. Ереско^{1, a}, А.А. Климов^{2, b}, А.В. Стручков^{1, c}

¹Сибирский государственный аэрокосмический университет им. М.Ф. Решетнева, пр. «Красноярский рабочий» 31, Красноярск, Россия.

²Красноярский филиал Иркутского государственного университета путей сообщения, ул. Ладо Кецовели 89, Красноярск, Россия

^aereskott@mail.ru, ^banatoly.klimoff2013@yandex.ru, ^cstr-alex-v@mail.ru

Статья поступила 10.11.2012, принята 11.04.2013

В работе приведен анализ результатов экспериментальных исследований отбора мощности на гидропривод бульдозерного оборудования трактора промышленного назначения класса 40 кН для двух типов трансмиссий – механической и гидромеханической и шести уровней энергонасыщенности. Одним из факторов, существенно влияющим на тягово-скоростные показатели промышленного трактора, является отбор мощности двигателя на гидропривод бульдозерного оборудования. При увеличении рабочей скорости бульдозерного агрегата наблюдается интенсивный рост затрат мощности на гидропривод, что объясняется более частым использованием гидроприводом бульдозера. Чем выше рабочая скорость, тем сложнее оператору следить и управлять отвалом бульдозера, чаще теряется грунтовая призма, чаще отвал врезается в грунт до 100 % буксования движителя, в результате чего приходится чаще пользоваться гидроприводом для заглубления и выглубления отвала. Следовательно, анализ затрат мощности на гидропривод бульдозера может служить наиболее надежным показателем при исследованиях вопросов оптимизации энергонасыщенности базовых тракторов. Исследования проводились с целью определения влияния отбора мощности двигателя на гидропривод бульдозерного оборудования на тягово-скоростные показатели промышленного трактора, в зависимости от уровня его энергонасыщенности при разработке стандартных траншей длиной 40 м на грунтах 1-2 категорий. В результате анализа были установлены зависимости отбора мощности на привод бульдозера от уровня энергонасыщенности и типа трансмиссии и установлено, что увеличение рабочей скорости бульдозерного агрегата с ручным управлением свыше 1 м/с нецелесообразно ввиду повышенного отбора мощности двигателя на гидропривод бульдозера, ухудшающего тягово-экономические показатели.

Ключевые слова: бульдозерный агрегат, энергонасыщенность, гидромеханическая трансмиссия, механическая трансмиссия, отбор мощности, гидропривод, бульдозерное оборудование.

The study of selection of capacity on the hydraulic dozer equipment of the tractor industrial purpose

T.T. Eresko^{1, a}, A.A. Klimov^{2, b}, A.V. Struchkov^{1, c}

Siberian State Aerospace University. M. F. Reshetnev, 31 prospect named krasnoyarsky rabochy newspaper, Krasnoyarsk, Russia

Krasnoyarsk Institute of railway transport branch FGBOU HVE Irkutsk State University, 89 Lado Kechoveli st, Krasnoyarsk, Russia

^aereskott@mail.ru, ^banatoly.klimoff2013@yandex.ru, ^cstr-alex-v@mail.ru

Received 10.11.2012, accepted 11.04.2013

An analysis of the results of experimental research of hydraulic PTO tractor Dozer equipment for industrial use 40 kN class for two types of mechanical and Hydromechanical transmission and six levels of ènergonasyènnosti. One of the factors that significantly affect the numbers of Industrial towing tractors, speed is the selection of engine power to hydraulic Dozer equipment. When you increase the working speed of the machine is lifted with the intensive growth of expenses on hydraulic drive power due to more frequent use of the hydraulic drive bulldozers. The higher the speed, the more difficult it is to track and manage the blade of a bulldozer that lose more ground, Prism blade cuts into the soil up to 100% of skidding of a vehicle, making more use of the hydraulic drive is fitted for and vyglublenniâ blade. Therefore the power cost analysis on hydraulic drive bulldozers can serve as the most reliable indicator in studies of optimization of ènergonasyènnosti basic tractors. Studies were conducted to determine the impact of selection of engine power to hydraulic Dozer equipment for high-speed industrial towing tractors indicators depending on its level of ènergonasyènnosti in developing the standard 40 m long trench in the soil of 1-2 categories. As a result of the analysis have been installed according to the power take-off drive bulldozers from ènergonasyènnosti level and type of transmission and found that the increase in working speed Dozer unit with manual control over 1 m/s is impractical due to the high power engine for hydraulic drive bulldozers, aggravates the economic performance of the trailer.

Keywords: bulldozer unit, energy content, hydromechanical transmission, mechanical transmission, PTO, hydraulic drive, bulldozer equipment.

Введение. Эффективность бульдозерно-рыхлительного агрегата в значительной степени определяется тягово-динамическими показателями базового трактора. Научный и практический интерес представляет изучение тяговой динамики агрегатов при характерных режимах эксплуатации и принятой в практике технологии работ. Дело в том, что случайная составляющая нагрузок является доминирующей [2, 3] и определяет режим работы двигателя и общую динамику агрегата. Изучение тяговых свойств в статических условиях (при постоянной нагрузке на крюке и специально подготовленном почвенном фоне) дает неполную информацию, т. к. не учитывает случайного характера нагрузок из-за особенностей технологии работ и грунтовых условий.

Современная тенденция увеличения энергонасыщенности с\х тракторов как основного фактора повышения производительности сохраняется, хотя и сдерживается отсутствием высокоскоростных агрегируемых орудий. Для тракторов промышленного назначения повышение энергонасыщенности также является эффективным способом повышения производительности, но при этом следует учитывать, что реализация энергонасыщенности через тяговое усилие и рабочую скорость имеет ограничения по сцепному весу и ухудшению управляемости.

Одним из факторов, существенно влияющих на тягово-скоростные показатели промышленного трактора, является отбор мощности двигателя на гидропривод бульдозерного оборудования. При увеличении рабочей скорости бульдозерного агрегата наблюдается интенсивный рост затрат мощности на гидропривод, что объясняется более частым использованием гидроприводом бульдозера. Чем выше рабочая скорость, тем сложнее оператору следить и управлять отвалом бульдозера, чаще теряется грунтовая призма, чаще отвал врезается в грунт до 100 % буксования движителя, в результате чего приходится чаще пользоваться гидроприводом для заглубления и выглубления отвала. Следовательно, анализ затрат мощности на гидропривод бульдозера может служить наиболее надежным показателем при исследованиях вопросов оптимизации энергонасыщенности базовых тракторов.

Методы и результаты исследования. Для исследования затрат мощности бульдозерного агрегата на гидропривод рабочего органа при различных уровнях энергонасыщенности и двух типах трансмиссий использовался экспериментальный трактор ТП4Э, созданный на базе трактора ТП-4 Алтайского тракторного завода [1, 2].

Питание гидросистемы бульдозера осуществлялось с помощью двух масляных насосов НШ-46У (вместо штатного насоса НШ-90), установленных на подмоторной раме, впереди двигателя. Привод насосов осуществлялся от носка коленчатого вала цепной передачей (рис. 1). Заменить масляный насос НШ-90 пришлось для того, чтобы освободить место на задней стенке моста трактора для токосъемника карданной передачи и счетчика оборотов кардана.

На рис. 1 виден привод токосъемника тензозвена двигателя. Провода к этому токосъемнику выведены через сверления коленчатого вала двигателя. Обороты

коленчатого вала двигателя регистрировались на валике привода топливного насоса. Передаточное отношение от вала привода топливного насоса до тахогенератора и счетчика оборотов компенсировало передаточное отношение от коленчатого вала до валика привода топливного насоса. Крутящий момент на валике маслоснасоса НШ-46У управления бульдозером измерялся с помощью тензодатчиков сопротивления, наклеенных на валике маслоснасоса. Провода выводились через центральное сверление валика к торцевому токосъемнику.

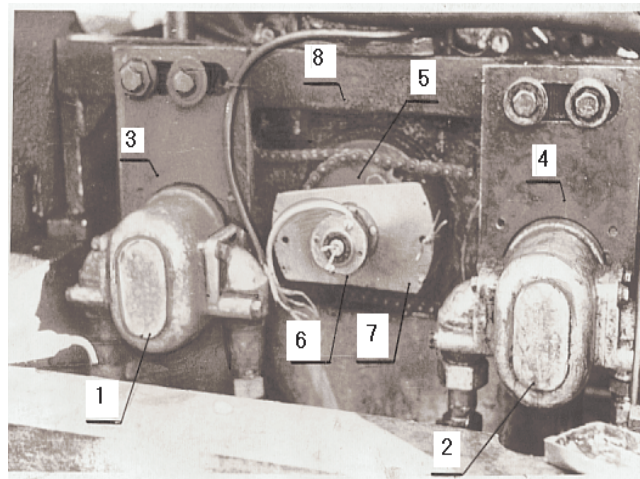


Рис. 1. Привод маслоснасосов гидросистемы и установка токосъемника тензозвена двигателя: 1, 2 – масляные насосы НШ-46У; 3, 4 – кронштейны крепления; 5 – ведущая звездочка; 6 – токосъемник; 7 – кронштейн крепления токосъемника; 8 – рама

В процессе динамических испытаний экспериментального бульдозерного агрегата ТП-4Э [1] было установлено, что величина отбора мощности на гидропривод бульдозерного оборудования колебалась от 0,7 до 25 кВт, в зависимости от уровня энергонасыщенности, передачи, типа трансмиссии. Около 55 % времени работы гидропривода величина среднестатистической отбираемой мощности не превышает 6...8 кВт, в том числе по уровням энергонасыщенности:

$$\Theta = 10,6 \text{ кВт/т} - 4,86 \dots 7,29 \text{ кВт};$$

$$\Theta = 11,6 \text{ кВт/т} - 5,42 \dots 7,9 \text{ кВт};$$

$$\Theta = 14,8 \text{ кВт/т} - 6,34 \dots 11,7 \text{ кВт при механической трансмиссии};$$

$$\Theta = 10,6 \text{ кВт/т} - 4,32 \dots 6,41 \text{ кВт};$$

$$\Theta = 11,6 \text{ кВт/т} - 3,75 \dots 7,14 \text{ кВт};$$

$\Theta = 14,8 \text{ кВт/т} - 5,59 \dots 11,12 \text{ кВт при гидромеханической трансмиссии}.$

Отсюда видно, что среднестатистическая величина отбираемой мощности растет с увеличением энергонасыщенности, причем интенсивность роста отбираемой мощности растет с увеличением энергонасыщенности.

Если рассматривать изменение отбора мощности на одном уровне энергонасыщенности, то можно наблюдать, что с ростом рабочей скорости по передачам среднее значение отбора мощности возрастает. Наибольшее среднее значение отбираемой мощности у трактора с механической трансмиссией приходится на третью передачу при $\Theta = 14,8 \text{ кВт/т}$ и составляет 8,5 % от мощности двигателя, а у трактора с гидромеханической

ской трансмиссией – приходится на IV передачу при $\Theta = 14,8$ кВт/т и составляет 8,1 % от мощности двигателя.

На рис. 2 приведена зависимость величины отбираемой на гидропривод бульдозера мощности от рабочей скорости агрегата.

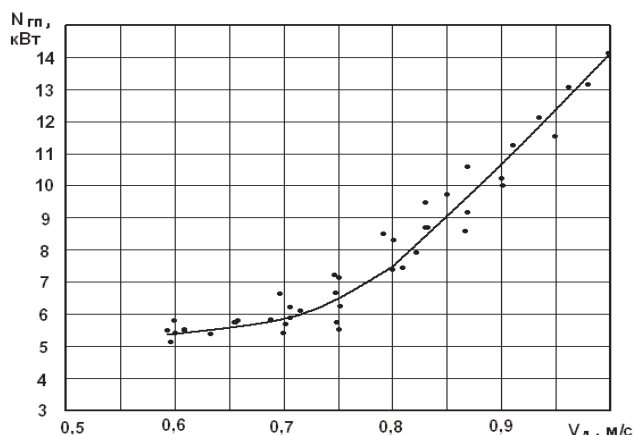


Рис. 2. Изменение величины отбора мощности двигателя на гидропривод рабочего органа от рабочей скорости агрегата

Как видно из приведенного графика, среднестатистический отбор мощности двигателя на гидропривод рабочего органа, независимо от номера передачи или типа трансмиссии или энергонасыщенности трактора, изменяется с изменением рабочей скорости бульдозирования и соответствует регрессии (коэффициент корреляции равен 0,9):

$$N_{\text{ГП}} = 28,5 - 72,6 \cdot V_{\text{д}} + 57,9 \cdot V_{\text{д}}^2 .$$

Анализ этой зависимости показывает, что при рабочей скорости 0,6...0,7 м/с отбор мощности на гидропривод бульдозера почти не изменяется, а увеличение рабочей скорости свыше 0,7 м/с вызывает непропорциональный рост отбора мощности на гидропривод. Увеличение рабочей скорости на 36 % (от 0,7 до

0,95 м/с) приводит к росту отбираемой на гидропривод мощности на 50 %. Дальнейшее увеличение рабочей скорости на 5 % (от 0,95 до 1,0 м/с) вызывает увеличение отбора мощности на гидропривод на 12 %.

Выводы

Исходя из вышеприведенных данных, очевидно, что увеличение рабочей скорости бульдозерного агрегата с ручным управлением свыше 1 м/с нецелесообразно ввиду повышенного отбора мощности двигателя на гидропривод бульдозера, ухудшающего тягово-экономические показатели.

Литература

1. **Климов А.А.** Экспериментальный промышленный трактор для исследования вопросов оптимизации энергонасыщенности // Совершенствование конструкций и повышение надежности тракторов и погрузчиков: сб. науч. ст. Красноярск, 2003. С. 18-28.
2. **Стручков А.В.** Исследование и совершенствование элементов гидромеханической трансмиссии гусеничного бульдозера: дис. ... канд. техн. наук. Красноярск, 2009. 179 с.
3. **Упиров П.П., Климов А.А., Емелин В.И., Желукевич Р.Б.** Исследования тягово-динамических свойств гусеничного рыхлителя с навесным уширительным оборудованием // Механизация строительства в районах Восточной Сибири и Крайнего Севера: сб. науч. ст. Красноярск, 1983. С. 3-17.

References

1. Klimov A.A. Experimental industrial tractor to study the issues of power/weight ratio optimization // Sovershenstvovaniye konstruksiy i povysheniye nadezhnosti tractorov i pogruchnikov: sb. nauch. St. Krasnoyarsk. 2003. S. 18-28.
2. Struchkov A.V. Study and improvement of caterpillar bulldozer's hydromechanical transmission elements: dis. ... kand. tekhn. nauk. Krasnoyarsk, 2009. 179 s.
3. Upirov P.P., Klimov A.A., Emelin V.I., Zhelukevich R.B. Study of dynamic properties of a track ripper equipped with wideninh rig // Mekhanizatsiya stroitel'stva v raionakh Vostochnoy Sibiri i Krainego Severa: sb. nauch. st. Krasnoyarsk 1983. S. 3-17.