

УДК: 621.825:630

DOI: 10.34220/2311-8873-2021-4-4-84-88

ПОВЫШЕНИЕ ТЯГОВОГО УСИЛИЯ ЛЕСНЫХ ЛЕБЕДОК
ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫХ РАБОТ

Жужукин Н.В., Кондратьев Л.П.

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования «Воронежский государственный
лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова»

Email: n.zhuzhukin@yandex.ru

Аннотация: В статье приведен анализ работы различных фрикционных устройств, с целью выбора наиболее приемлемой конструкции к применению на лесных лебедках автопоезда при выполнении погрузочно-разгрузочных работ. Международный опыт эксплуатации лесных лебедок показал, что наиболее часто применяются лебедки дискового, конусного, колодочно-пневмокамерные фрикционные муфты и ленточного наружного типов. За счет повышения величины передаваемого вращающего момента и надежности муфт можно значительно увеличить тяговые усилия лебедок без существенного изменения конструкций других узлов.

Ключевые слова: тяговое усилие, лесные лебедки, погрузочно-разгрузочные работы, фрикционные муфты, ленточные фрикционы.

INCREASING THE TRACTIVE EFFORT OF FOREST WINCHES
DURING LOADING AND UNLOADING OPERATIONS

Zhuzhukin N.V., Kondratyev L.P.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
«Voronezh State Forestry University. G.F. Morozova»

Email: n.zhuzhukin@mail.ru

Summary: The article analyzes the operation of various friction devices in order to select the most appropriate design for use on winches on a road train when performing loading and unloading operations. International experience in the operation of forest winches has shown that the most commonly used winches are disk, cone, pad-pneumatic friction clutches and external belt types. Due to the increase in the length of the transmitted torque and the reliability of the couplings, it is possible to significantly increase the pulling forces of winches without significantly changing the designs of other nodes.

Keywords: road train, tractate effort, forest winches, loading and unloading operations, friction clutches, belt frictions.

Введение:

Широкое применение на разгрузке и погрузке заготовленной древесины находят многообразные лесные лебедки с групповым приводом.

Применение автопоездов белее высокой грузоподъемности, увеличении транспортного пакета на сплаве леса потребовали получения больших усилий лесных лебедок с 6,3 тс до 12-15 тс.

Опыт эксплуатации лесных лебедок показал, что такой важный узел как фрикционная муфта, соединяющая приводной двигатель и трансмиссию с каждым барабаном лебедки, обладает более низким уровнем надежности и передает относительно малый вращающий момент [1-3].

За счет повышения величины передаваемого вращающего момента и надежности муфт можно значительно увеличить тяговые усилия лебедки без существенного изменения конструкций других узлов.

На лесных лебедках применяются дисковые, конусные, колодочные пневмокамерные фрикционные муфты и ленточные тормоза наружного типа.

Цель исследования:

Выполнить анализ работы различных фрикционных устройств, с целью выбора наиболее приемлемой конструкции к применению в лесных лебедках на автопоезде при выполнении погрузочно-разгрузочных работ.

Материалы и методы исследования:

В качестве материалов для исследования были выбраны существующие фрикционы дискового, колодочного, пневмокамерного, конусного и ленточного типа с различными механизмами торможения применяемы при выполнении погрузочно-разгрузочных работ на автопоездах в лесу с муфтами марки ЛЛ-8. Вычисления проводили в программе MathType 7.4.

Результаты исследования и их обсуждение:

Для выбора более приемлемого фрикционного устройства проведем теоретический анализ существующих фрикционов.

В качестве критериев нагрузочной способности фрикционных устройств, примем наиболее значимые параметры, это [4-7]:

- величину наибольшего передаваемого момента при равных габаритах;
- величину работы включения.

Работой включения называется величина:

$$A_b = P_b \int_0^1 \alpha l,$$

где P_b – усилие, развиваемое исполнительным цилиндром; l – ход поршня цилиндра или рукоятки рычага, необходимого для полного размыкания или замыкания фрикциона.

С целью удобства последующего сравнительного анализа нагрузочной способности фрикционов различной конструкции (дисковых, колодочных, пневмокамерных, конусных, ленточных) (табл. 1) величину передаваемого ими момента и работу включения можно выразить с помощью полученных формул:

$$M_t = D_T^2 B \cdot f[q] K_K K_M,$$

$$A_b = D_T B [q] \delta K_A K_M,$$

где M_m – наибольший передаваемый момент; D_T, B – габариты фрикционных поверхностей; F – коэффициент трения; $[q]$ – наиболее допускаемое удельное давление; A_b – работа включения фрикциона; K_K, K_A – коэффициенты, определяемые конструктивными параметрами фрикциона; K_M – коэффициент запаса крутящего момента; K_K^*, K_A – численные выражения коэффициентов применительно к размерам муфты лебедки ЛЛ-8 ($D = 490$ мм, $B = 100$ мм).

Таблица 1 – Типы фрикционов

Тип фрикциона	K_K	K_K^*	K_A	K_A^*
дисковый	$0,2(1-a^2)(1+a)b$	2,18	$0,8(1-a^2)b$	3,5
колодочный пневмокамерный	$\frac{\pi}{2} \cdot \frac{\sin \alpha_K}{\sin \alpha_K - 1,2f + f \cos \alpha_K}$	1,05	$\frac{\pi}{2} \cdot \frac{\sin \alpha_K}{\sin \alpha_K - 1,2f + f \cos \alpha_K}$	2,18
конусный	$0,39 \frac{(1+a)^2}{\cos 0,5\beta}$	1,15	$1,56 \frac{1+a}{\cos 0,5\beta}$	2,45
ленточный простой	$0,25 \frac{e^{f\alpha} - 1}{f e^{f\alpha_1}}$	2	$0,5\alpha e^{-f\alpha_1}$	0,75
ленточный суммирующий	–	–	$0,25[e^{f(\alpha_0 - \alpha_1)} - e^{f\alpha_1}]$	3,25
двухленточный	–	–	$0,5\alpha e^{(f + \alpha_1 - 0,5\alpha)}$	2,04

$$a = \frac{D_B}{D_T};$$

$$b = \frac{D_T}{d},$$

где d – толщина пары дисков; α_K – угол, учитывающий смещение относительно центра равнодействующей нормальных сил действующих на колодку; β – угол при вершине конуса; $\alpha_1 = \alpha - \frac{1}{f} \ln \frac{q_{max}}{[q]}$ – величина обхвата; q_{max} – величина максимального удельного давления, которую можно принять равной допусковой по технической характеристике фрикционного материала.

При анализе было принято, что у дискового фрикциона 3 пары поверхностей трения, с учетом необходимости размещения в тех же габаритах нажимного устройства. Как видно из таблицы 1, наибольшей нагрузочной способностью при одинаковых габаритах, применительно к размерам муфт лебедки ЛЛ-8, обладают дисковый и ленточный фрикционы, но у простых ленточных фрикционов в 4 раза меньше работа включения. Кроме того, практическое осуществление наружного диаметра дискового фрикциона равным D_T затруднительно, а реально достижимо не более (0,85-0,9) D_T , что в свою очередь уменьшит K_K на 10-20 %. Среди ленточных фрикционов наименьшую работу включения имеет дифференциальный, однако его применение ограничено ввиду резкого включения, приводящего к большим нагрузкам.

Выводы:

Проведенный теоретический анализ работы различных фрикционных устройств, с целью выбора наиболее приемлемой конструкции, позволил установить, что наибольшей нагрузочной способностью, при одинаковых габаритах, обладают дисковый и ленточный фрикционы, но у ленточных почти в 8 раз меньше работа включения. Результаты анализа позволили рекомендовать простые ленточные фрикционы к применению на лесных лебедках, для возможности сокращения габаритов были приняты муфты внутреннего типа, а тормоза – наружного типа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Ананьев, В. А. Рекомендации по проведению рубок промежуточного пользования / В. А. Ананьев, Ю. Ю. Герасимов и др. // ПРОлес. 2004. № 4. – С. 46-48.
- 2 Кондратьев, Л.П. Распределение давления по периметру ленты фрикционных устройств лесных лебедок в сборнике / Л. П. Кондратьев, П. И. Попиков, В. А. Аплетов, Д. В. Енин // Лесное хозяйство Поволжья. Межвузовский сборник научных работ. Саратов, 2002. – С. 624-628.
- 3 Нартов, П. С. Нагрузочная способность ленточных реверсивных фрикционных лесных лебедок в сборнике / П. С. Нартов, М. Д. Церлюд, Л. П. Кондратьев // Машины и орудия для механизации лесозаготовок. Межвузовский сборник научных трудов. Ленинград, 1975. – С. 42-45.
- 4 Химмельблау Д. Анализ процессов статистическими методами : пер. с англ. М. : Мир, 1973. – 957 с.
- 5 Желдак, В. И. Эколого-лесоводственные основы целевого устойчивого управления лесами / В. И. Желдак. М. : ВНИИЛМ, 2010. – 377 с.
- 6 Фам Нгок Линь, В.Д. Валяжонков, Ю.Л. Пушков Наставления по рубкам ухода в равнинных лесах европейской части России / ФСЛХ. М. : ВНИИЦлесресурс, 1994. – 190 с.
- 7 Ширнин, Ю. А. Технология и оборудование малообъемных лесозаготовок и лесовосстановления / Ю. А. Ширнин, В. Ф. Пошарников : учеб. пособие. Йошкар-Ола : МарГТУ, 2001. – 398 с.