

Предложенный метод позволяет с большой точностью определить среднее расстояние трелевки на лесосеках неправильной формы. Это дает возможность с достаточной точностью установить производительность трелевочного трактора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Матвейко А.П. Технология и машины лесосечных работ.— Минск: Высшая школа, 1984.

УДК 630*377.4

В.Н. Лой, ассистент

НАГРУЗОЧНЫЕ РЕЖИМЫ ТРАНСМИССИИ КОЛЕСНОЙ ТРЕЛЕВОЧНОЙ МАШИНЫ МТЗ

Results of research tests skidder are given and the analysis of loading of transmission is given according to record of twisting moments on axes of the machine

Наиболее полную информацию о нагрузочных режимах можно получить при вероятностно-статистическом подходе как оценке с учетом изменения амплитуд динамических усилий или моментов и их распределения по частотам. Полученная в таком виде информация является исходным материалом для всесторонней оценки реальных объектов и может использоваться в расчетах, при составлении программ полигонных, стендовых и других испытаний.

Динамическая нагруженность в трансмиссии колесного трелевочного трактора в случае его движения по трелевочному волоку непрерывно изменяется и зависит от случайных факторов, определяемых условиями эксплуатации. При эксплуатации лесных машин действующие нагрузки имеют различный характер изменения, который зависит от характеристики лесонасаждений (среднего объема, породы, характера кроны и высоты деревьев), особенностей выполнения операций при различной технологии лесозаготовок (заготовка хлыстов или деревьев), способа трелевки, изменения продольного профиля и плана волока, степени подготовленности волока (количество и высота пней, наличие порубочных остатков) и его микрорельефа.

Для оценки нагруженности трансмиссии колесной трелевочной машины «Беларус» МЛ-126 с шарнирно-сочлененной рамой и тросочокерным технологическим оборудованием были произведены испытания в условиях лесозаготовительного предприятия ДП «Ива» АО «Молодечнолес» (Республика Беларусь). При этом производилась запись крутящих моментов на полуосях мостов энергетического и технологического модулей [1].

Во время исследовательских испытаний запись крутящих моментов энергетического и технологического модулей производилась при трогании трелевочной машины, при установившемся движении по пасечному волоку в порожнем состоянии и с пачкой деревьев, а также при переезде колесами правого борта через единичные неровности различной высоты и формы.

С целью расширения объема информации по нагруженности трансмиссии трелевочной машины МЛ-126 запись параметров производилась при варьировании скоростей движения от 2,1 до 5,7 км/ч, объемы рейсовой нагрузки изменялись в пределах от 0 до 4,5 м³.

Исследованиями установлено, что при движении по волоку динамические нагрузки имеют сложный характер. В общем случае колебания крутящего момента являются случайными, однако иногда проявлялась явно выраженная периодичность процессов.

Как показал анализ осциллограмм, полученных при движении трелевочной машины в различных условиях, наибольшие динамические нагрузки в трансмиссии машины возникают при трогании.

Для примера на рис. 1 приведен фрагмент записи крутящих моментов при трогании машины МЛ-126 с места и при переезде единичной неровности высотой 0,35 м. Крутящий момент (объем пачки 4 м³) на передней оси возрастает от нуля до 11 кН·м ($K_d=1,8$), а на задней – до 13 кН·м ($K_d=1,5$). Возрастание момента происходит по закону, близкому к линейному, с интенсивностью $K_1=M/t=3,1$ кН·м/с для передней оси. Интенсивность K_2 для задней оси значительно меньше и составляет 6,5 кН·м/с. Спад нагрузки после трогания с места происходит более плавно до статического значения момента 6 кН·м для передней и 8 кН·м для задней оси.

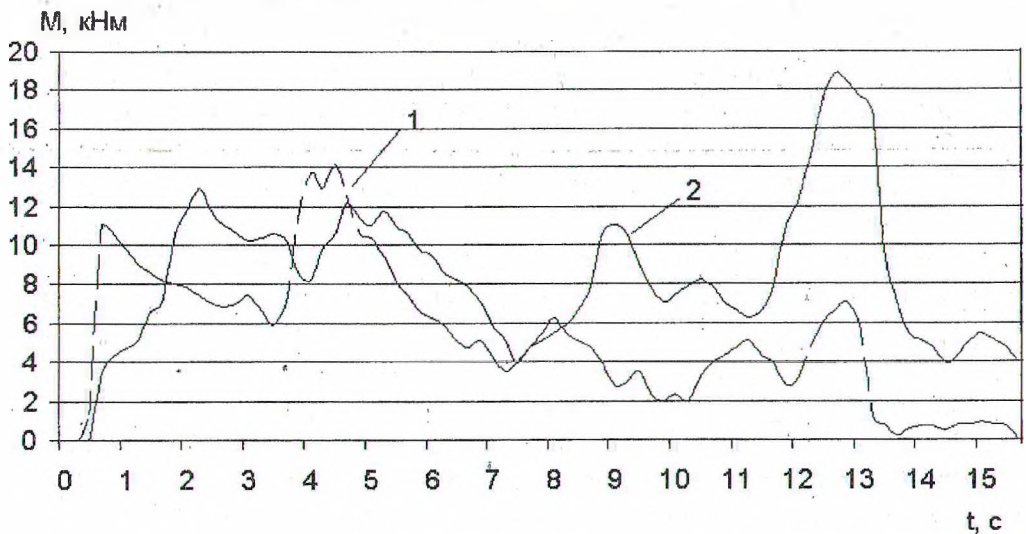


Рис. 1. Изменение крутящих моментов на мостах трелевочной машины при переезде неровности высотой 0,35 м, $V=2,1$ км/ч, $Q=4$ м³: 1 – переднего модуля; 2 – заднего модуля

При переезде единичной неровности кривые крутящих моментов имеют ярко выраженные всплески (рис. 1), первый из которых соответствует переезду колеса энергетического модуля через неровность (кривая 1), а второй – переезду колеса технологического модуля через эту же неровность (кривая 2). Через 3 с после начала движения (2 м) происходит наезд переднего колеса на неровность, и крутящий момент M_1 возрастает с 6 кН·м до 14 кН·м в момент переезда препятствия. Далее на 12 с (7 м) происходит наезд заднего колеса на неровность, и крутящий момент M_2 возрастает до 19 кН·м. Причем при переезде неровности колесом заднего модуля крутящий момент в 1,3 раза больше, чем при переезде неровности колесом переднего модуля. Коэффициенты динамичности в этом случае $K_d^{M1}=2$, $K_d^{M2}=2,4$.

Характер изменения крутящих моментов при переезде единичной неровности со скоростью движения 3,1 км/ч аналогичен рассмотренному ($V=2,1$ км/ч). Колебания крутящего момента переднего модуля происходят около линии установившегося значения, равного 6,5 кН·м, заднего модуля – 7 кН·м. Отклонения от линии средних значе-

ний характеризуются неровностями поверхности лесосеки. При переезде колеса энергетического модуля через неровность $M_1=11,8$ кН·м, а при переезде неровности колесом технологического модуля $M_2=8$ кН·м. Коэффициенты динамичности в этом случае составили $K_d^{M1}=1,8$ и $K_d^{M2}=1,1$. В случае движения со скоростью 5,4 км/ч крутящие моменты возросли соответственно до 9 кН·м и 13 кН·м. Коэффициенты динамичности в этом случае составили $K_d^{M1}=1,5$ и $K_d^{M2}=2,6$.

Представляет интерес также характер изменения крутящего момента при установившемся движении по трелевочному волоку. В этом случае основными источниками колебаний являются неровности трелевочного волока. Характерно, что с увеличением скорости движения кривые колебаний в своем составе содержат ярко выраженные высокочастотные составляющие. При скорости движения 2,1 км/ч колебания крутящих моментов происходят около линии установившегося значения, для переднего модуля это значение составляет 6 кН·м, для заднего модуля – 12 кН·м. При скорости движения 3,9 км/ч эти значения составляют соответственно 7 кН·м (передний модуль) и 9 кН·м (задний модуль), при скорости движения 5,2 км/ч – 6 кН·м (передний модуль) и 8 кН·м (задний модуль). Коэффициенты динамичности в рассматриваемых случаях равны: $K_d^{M1}=2$ и $K_d^{M2}=1,4$ при скорости движения $V=2,1$ км/ч, и объеме рейсовой нагрузки $Q=4$ м³; $K_d^{M1}=2,1$ и $K_d^{M2}=1,7$ ($V=3,9$ км/ч, $Q=4$ м³); $K_d^{M1}=1,6$ и $K_d^{M2}=1,3$ ($V=5,2$ км/ч, $Q=4$ м³).

В случае движения трелевочной машины по волоку в порожнем состоянии со скоростью 5,7 км/ч колебания крутящих моментов происходят около линии средних значений, составляющих 7 кН·м для энергетического модуля и 4 кН·м для технологического модуля. Размах этих колебаний относительно линии среднего значения составляет $\pm 5,8$ кН·м. Коэффициенты динамичности в рассматриваемом случае составляют $K_d^{M1}=1,7$ (энергетический модуль) и $K_d^{M2}=2,2$ (технологический модуль).

Анализ экспериментальных данных нагрузочных режимов трансмиссии трелевочной машины МЛ-126 показал, что в случае переезда неровности коэффициенты динамичности крутящих моментов технологического модуля в 1,2...1,7 раза больше, чем энергетического. В случае движения трелевочной машины по волоку и при изменении скорости движения от 2,1 до 5,2 км/ч и объема рейсовой нагрузки от 0 до 4,5 м³ коэффициенты динамичности крутящих моментов энергетического модуля находятся в пределах 1,7...2,6, технологического – 1,2...2,9. Полученные данные хорошо согласуются с аналогичными данными для колесных трелевочных тракторов [1], а коэффициенты динамичности крутящих моментов для колесных лесозаготовительных машин выше, чем для сельскохозяйственных тракторов, и находятся в пределах 1,4...2,8. Лесные трелевочные тракторы характеризуются особо тяжелыми нагрузочными режимами, что подтверждается данными таблице.

Анализируя полученные данные, можно сделать вывод, что в случае переезда трелевочной машиной единичной неровности высотой 0,35 м крутящие моменты технологического модуля в среднем в 1,2...1,3 раза выше, чем энергетического (рис. 2, а) при объеме рейсовой нагрузки 4 м³. Причем при скорости движения 2,1 км/ч крутящие моменты на осях технологического модуля в 1,7 раза выше аналогичных крутящих моментов при скорости движения 5,4 км/ч. Крутящий момент на оси энергетического модуля при $V=2,1$ км/ч больше в 1,5 раза аналогичного момента при $V=5,4$ км/ч.

Данные по нагруженности трансмиссии колесной трелевочной машины МЛ-126 при испытаниях в природно-производственных условиях объединения ОАО «Молодечнолес»

Скорость движения V, км/ч	Объем рейсовой нагрузки Q, м ³	Коэффициент динамичности, К _д	Значения крутящих моментов, кН·м*		
			M _{max}	M[H]	σ _н
Переезд единичной неровности					
2,1	4,0	2/2,4	14,126/18,835	5,359/8,614	3,482/3,650
3,1	4,0	1,8/1,1	12,164/10,987	6,212/5,105	2,881/2,369
5,4	4,0	1,5/2,6	9,025/10,988	6,185/4,565	1,421/2,162
Движение по лесосеке					
2,1	4,0	2,0/1,9	13,734/23,544	5,608/8,237	3,129/7,363
3,9	4,0	2,1/1,7	14,911/15,696	6,267/7,699	3,289/2,338
5,2	4,0	1,6/1,3	9,417/10,594	5,167/5,095	1,938/2,317
3,2	2,5	2,2/1,2	11,379/9,025	4,363/4,183	2,425/1,879
2,3	1,5	2,3/2,9	12,949/13,341	6,134/4,599	2,908/2,179
3,9	1,5	2,2/2,3	14,126/10,594	5,049/4,028	2,647/2,481
3,1	2,2	2,6/2,8	18,835/20,797	6,252/6,862	4,294/5,240
3,2	3,2	2,4/2,2	11,379/16,480	4,324/6,674	2,747/2,713
3,9	3,2	2,2/2,0	9,418/16,088	3,053/5,343	2,306/2,716
4,0	4,5	2,0/2,1	9,810/15,696	4,079/6,700	1,866/2,685
5,7	0,0	1,7/2,2	11,772/9,418	5,044/3,504	2,854/2,141

*В числителе приведены данные для передней полуоси, в знаменателе – для задней полуоси машины.

В случае равномерного движения по лесосеке крутящие моменты на осях технологического модуля в среднем в 1,2...1,7 раза выше, чем энергетического модуля (рис. 2, б, в).

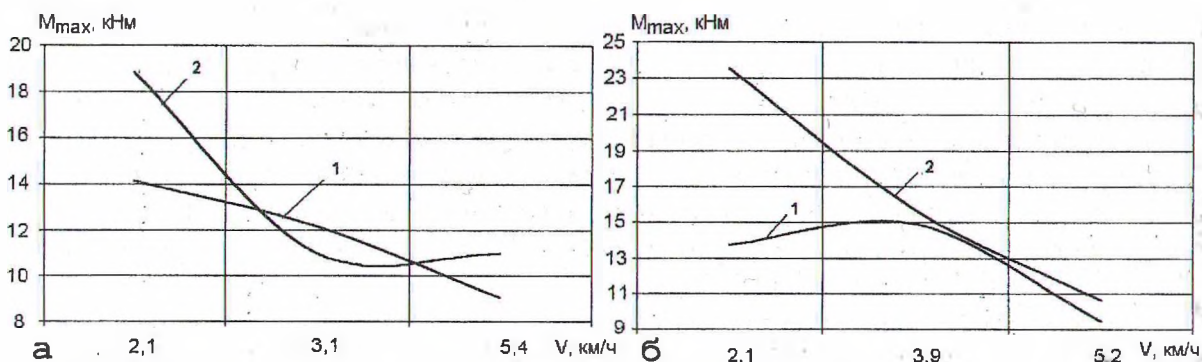


Рис. 2. Зависимость максимальных крутящих моментов (1 – энергетического модуля; 2 – технологического модуля) от скорости движения: а – при переезде единичной неровности высотой 0,35 м; б – при движении по лесосеке (Q=4 м³)

С увеличением скорости движения с 2,1 км/ч до 5,4 км/ч, при объеме рейсовой нагрузки 4 м³ значение крутящего момента технологического модуля уменьшается в 2,2 раза, энергетического – в 1,5 раза. Следует отметить, что с увеличением скорости движения по трелевочному волоку кривые колебаний имеют в своем составе ярко выра-

женные высокочастотные составляющие (0,22...0,48 Гц), определяемые возрастанием частот воздействия от неровностей волока.

Аналогичным образом происходит изменение крутящих моментов на осях модулей машины и с изменением объема рейсовой нагрузки. Так, при скорости движения 3,1 км/ч, с увеличением объема пачки с 2,2 м³ до 3,2 м³ крутящий момент на оси технологического модуля уменьшается в 1,3 раза, энергетического модуля – в 1,5 раза.

Проведенный комплекс исследований нагруженности трансмиссии колесной трелевочной машины МЛ-126 и анализ полученных результатов показали, что они хорошо согласуются с аналогичными данными для существующих трелевочных машин [2, 3]. Приведенные экспериментальные данные также подтверждают, что полноприводные трелевочные машины работают в сложных условиях эксплуатации, которые необходимо учитывать при проектировании новой лесозаготовительной техники с целью повышения качества ее проектирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жуков А.В., Лой В.Н. Оценка нагрузочных режимов технологического оборудования новой колесной машины МЛ-126 // Труды БГТУ. Лесная и деревообрабатывающая промышленность. – Мн., 2001. – Вып. IX. – С. 27–32.
2. Жуков А.В. Теория лесных машин. – Мн.: БГТУ, 2001: 640 с.
3. Анисимов Г.М. Условия эксплуатации и нагруженность трансмиссии трелевочного трактора. – М.: Лесная промышленность, 1975–168 с.

УДК 630*03

И.В. Турлай, доцент; С.М. Крек, магистр

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ТРЕЛЕВОЧНЫХ МАШИН С ПАЧКОВЫМ ЗАХВАТОМ

The mathematical models of work forestry machines with allowance for of reliability are developed.

Целью данной работы является установление расчетных формул для определения рациональных параметров работы трелевочных машин с пачковым захватом с учетом их надежности. Для данных машин характерны следующие состояния:

- S_0 – машина исправна, простаивает или совершает холостые проезды, но не производит трелевку деревьев (хлыстов);
- S_1 – машина осуществляет трелевку пакета, исправна;
- S_{21} – отказ ходовой части;
- S_{22} – отказ двигателя;
- S_{23} – отказ технологического оборудования;
- S_{24} – отказ гидравлической системы.

В такой модели имеют место два типа потоков: предметов труда и отказов оборудования. Приоритетом пользуется поток отказов, т. к. при их наступлении они «обрабатываются» (ремонт) в первую очередь.