

трелевки от 300 до 150 м сменная производительность возрастает в 1,3 раза. При изменении объема трелюемой пачки с 1 м^3 до 6 м^3 происходит увеличение сменной производительности в 3,6 раза.

В ходе проведения эксплуатационно-технологических испытаний трелевочная машина МЛ-126 доказала свою мобильность. Следует также отметить, что машина МЛ-126 может разворачиваться на относительно малых площадях, что способствует сохранению подроста. Установленные на трелевочную машину специальные лесные шины (в отличие от тракторов ТТР-401 и ТТР-402) обеспечивают более высокую проходимость и относительно меньшее давление на грунт, и, как следствие, это положительно сказывается на сохранности поверхностного слоя почвы, что весьма актуально в связи с ужесточением лесоводственно-экологических требований, предъявляемых к лесозаготовкам.

В настоящее время ведется доработка конструкции трелевочной машины МЛ-126 с целью повышения ее эксплуатационно-технических показателей.

УДК 630*377.4

В.Н. Лой, аспирант

ОЦЕНКА НАГРУЗОЧНЫХ РЕЖИМОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ НОВОЙ КОЛЕСНОЙ МАШИНЫ МЛ-126

The estimation of loading modes of the process equipment of the wood machine is given on the basis of experimental data.

На МТЗ создана новая колесная трелевочная машина МЛ-126 с шарнирно-сочлененной рамой и тросочокерным технологическим оборудованием [1], которая проходила испытания на лесозаготовках в условиях предприятия АООТ "Молодечное". На рис. 1 приведен общий вид трелевочной машины при испытаниях, которые проводились в весенне-летний период 2000 г. в условиях лесосеки. Отведенная для испытаний лесосека характеризовалась следующими показателями: средний объем хлыста составлял $V_{\text{хл}} = 0,17 \dots 0,21 \text{ м}^3$, состав насаждения – 9С1Е+Б, рельеф местности пересеченный, с уклоном до 10° соответствовал грунтовым условиям II и III типа местности.

Представляет интерес оценка нагруженности технологического оборудования, которая для варианта с тросочокерным технологическим оборудованием оценивалась усилием в тросе лебедки.



Рис. 1. Колесная трелевочная машина МЛ-126 на испытаниях в условиях лесосеки

Замер тягового усилия лебедки осуществлялся при помощи тензозвена с верхним пределом измерения 6 т. При проведении специального эксперимента запись тягового усилия $P_{тр}$ производилась на многоканальный магнитограф после сбора пачки, которая подтаскивалась при опущенном щите и неподвижной машине с расстояния около 30 м.

Полное время подтаскивания до упора пачки в щит при расстоянии 29 м составило 38 с (рис. 2). С момента включения лебедки до времени до 6 с (4,8 м) произошло резкое (близкое к линейному) возрастание усилия $P_{тр}$ до значения 24 кН.

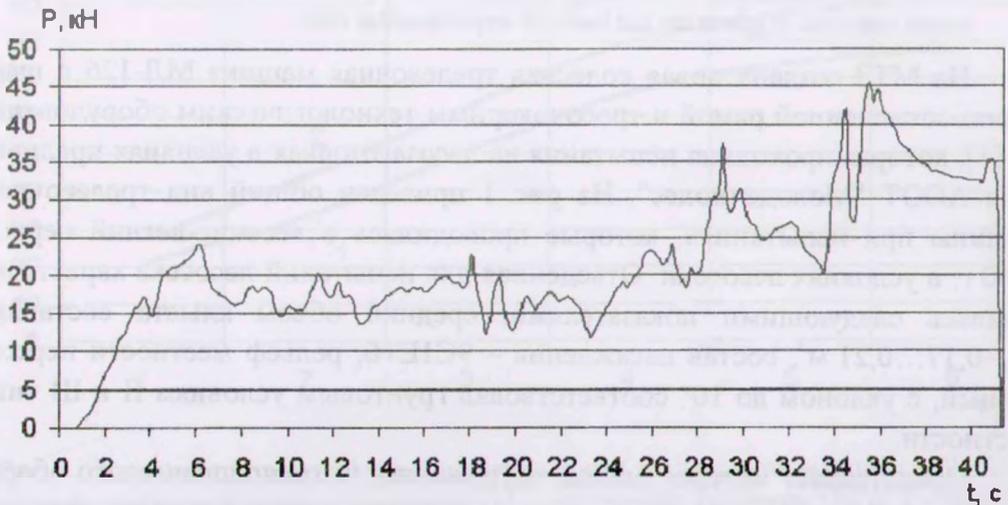


Рис. 2. Усилия в тросе лебедки при подтаскивании пачки объемом 4 м^3 (скорость подтаскивания $0,8 \text{ м/с}$, расстояние подтаскивания 29 м)

Далее происходило колебательное изменение нагрузки относительно среднего ее значения, равного 17 кН, которое определяется силой сопротивления волочения пачки $F_{\text{вол}}$ по поверхности лесосеки. Как видно из рис. 2, размах этих колебаний относительно линии средней нагрузки составляет ± 5 кН. Частоты изменения этих нагрузок непостоянны и зависят от характера изменения силового взаимодействия пачки с волоком (0,2...0,35 Гц) и собственных крутильных колебаний в приводе лебедки (около 1 Гц). Через 28 с после начала подтаскивания пачки происходит постепенный подъем щита и резкое возрастание нагрузки $R_{\text{тр}}$ до 37 кН, а затем ее спад до значения 20 кН. В этот момент (34 с, или 27 м от начала подтаскивания) пачка упирается в щит и тяговое усилие быстро возрастает до 43 кН, что является следствием удара пачки о щит. Далее в течение 4 с (подъем защитно-опорного щита) наблюдается падение $R_{\text{тр}}$ до значения 27 кН. Затем следует натаскивание пачки на щит и его одновременный подъем, тяговое усилие увеличивается до 46 кН, после чего имеет место спад нагрузки до значения постоянного ее прижима к щиту при затормаживании лебедки (30...32 кН).

Таким образом, наибольшая динамическая нагруженность технологического оборудования при подтаскивании пачки имеет место при погрузке ее на щит ($K_d=2,8$). При трогании пачки с места нагрузка $R_{\text{тр}}$ значительно меньше, в рассматриваемом случае $K_d=1,4$. Среднее значение $R_{\text{тр}}$ составляет 17 кН. Оно несколько меньше расчетного, которое получено с учетом среднего значения коэффициента сопротивления волочению $f_b=0,6$. При объеме пачки $Q_n=4 \text{ м}^3$ расчетное значение $F_{\text{вол}}$ составит 19,2 кН, что на 11,4% больше экспериментального.

При движении трелевочной машины усилие в тросе лебедки не остается постоянным и изменяется также и при установившемся движении, что является следствием как непостоянства сил сопротивления волочению пачки, так и возбуждаемых неровностями волока колебаний всей трелевочной системы.

Показательным является случай переезда трелевочной машиной единичных неровностей. На рис. 3 приведены осциллограммы записи $R_{\text{тр}}$ при переезде машины с пачкой объемом 4 м³ через пень колесами правого борта. Кривая 1 соответствует скорости движения 2,1 км/ч (0,6 м/с). При подходе к препятствию усилие в тросе (30...32 кН) соответствует усилию его установившегося значения, а некоторые его отклонения объясняются в основном изменением сопротивления волочению пачки $F_{\text{вол}}$, зависящим от состояния поверхности движения и других случайных причин (зацепы крон деревьев в пачке за пни и деревья и др.).

Кривая $R_{\text{тр}}(t)$ имеет два ярко выраженных всплеска, первый из которых соответствует переезду неровности колесом переднего модуля, а второй – колесом заднего модуля машины. При наезде переднего колеса на неровность усилие в тросе увеличивается до 35,2 кН, далее $R_{\text{тр}}$ падает до значения 22 кН. В момент времени $t=7,4$ с колесо заднего модуля наезжает на неров-

ность, и при $t=10,6$ с тяговое усилие в тросе лебедки 55,2 кН. Таким образом, усилие в тросе лебедки максимального значения зависит от воздействий, передающихся не только от заднего, но и переднего моста. Причем усилие в тросе лебедки при переезде неровности задним колесом в 1,57 раза больше, чем при переезде передним. Коэффициент динамичности соответственно составляет $K_{д1}=1,2$ и $K_{д2}=1,8$.

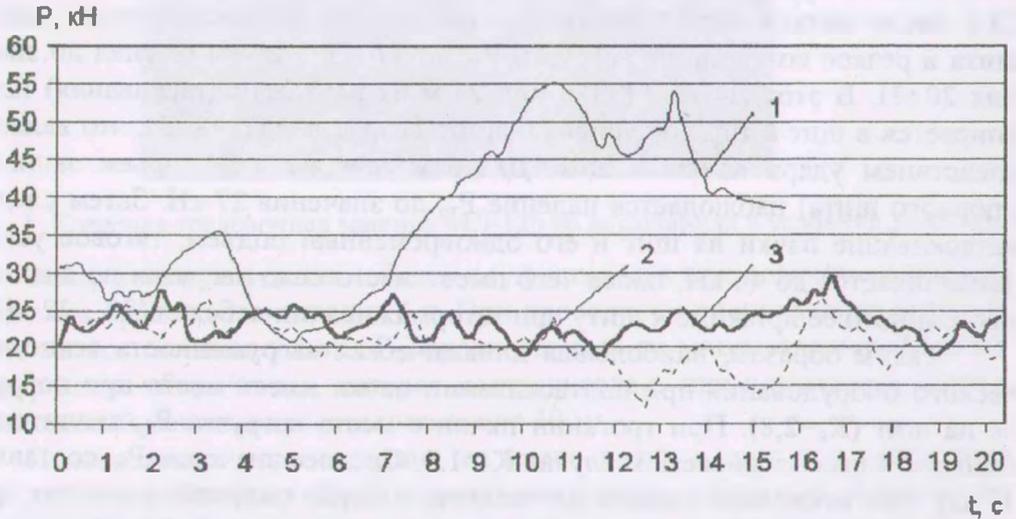


Рис. 3. Усилие в тросе лебедки при переезде единичной неровности высотой 0,35 м с пачкой объемом 4 м^3 : 1 — $V=2,1$ км/ч; 2 — $V=3,1$ км/ч; 3 — $V=5,4$ км/ч

Аналогичным образом происходит изменение тягового усилия при переезде единичной неровности со скоростями движения 3,1 км/ч (кривая 2) и 5,4 км/ч (кривая 3). Однако при возрастании скорости движения усилия в тросе лебедки имеют меньшие значения, т.к. скорость движения 2,1 км/ч близка к резонансной. Значения коэффициента динамичности $K_{д2}$ при переезде колес заднего моста через неровности составляют: при $V=3,1$ км/ч — 1,5, при $V=5,4$ км/ч — 1,3.

Представляет интерес также и характер изменения тягового усилия в тросе лебедки при установившемся движении, когда основными источниками колебаний являются микронеровности волока и изменение сопротивления волочению пачки. В этом случае зависимость $P_{тр}(t)$ носит явно выраженный колебательный характер (рис. 4) с ярко выраженными низко- и высокочастотными составляющими.

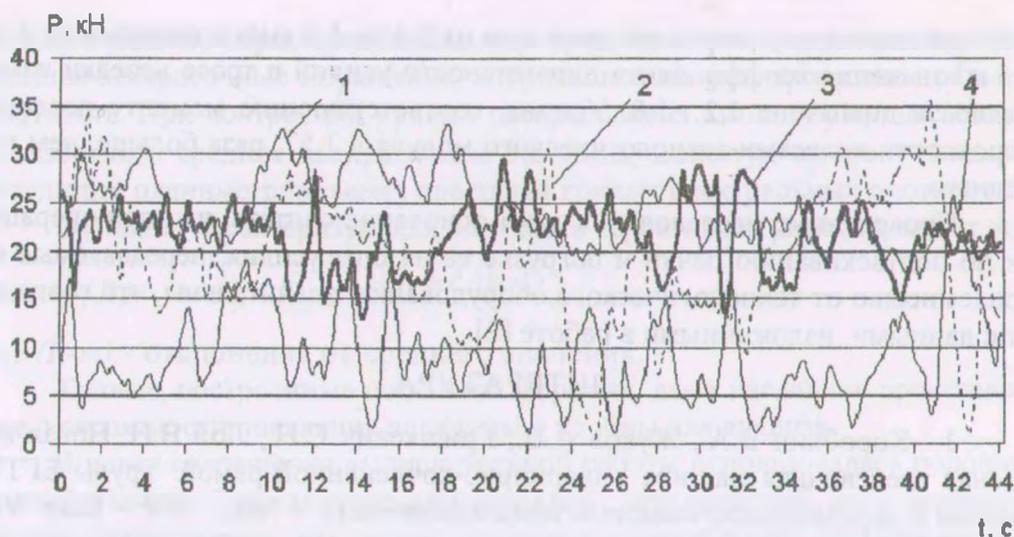


Рис. 4. Тяговое усилие в тросе лебедки при установившемся движении по трелевочному волоку (1, 2, 3 – пачка объемом 4 м^3 ; 4 – пачка объемом $2,5 \text{ м}^3$): 1 – $V=2,1 \text{ км/ч}$; 2 – $V=3,9 \text{ км/ч}$; 3 – $V=5,2 \text{ км/ч}$; 4 – $V=3,2 \text{ км/ч}$

Колебание нагрузки происходит относительно ее средних значений, составляющих 25 кН (кривая 1), 20 кН (кривая 2), 23 кН (кривая 3) при объеме транспортируемой пачки 4 м^3 и 8 кН (кривая 4) при объеме пачки $2,5 \text{ м}^3$. Усилия в тросе лебедки, возникающие при транспортировке пачки объемом $2,5 \text{ м}^3$, в среднем в 2,7 раза меньше, чем при трелевке пачки объемом 4 м^3 . Размах колебаний относительно линии средней нагрузки составляет $\pm 6 \text{ кН}$. Следует отметить, что с увеличением скорости движения по трелевочному волоку кривые колебаний имеют в своем составе ярко выраженные высокочастотные составляющие ($0,25 \dots 0,5 \text{ Гц}$), определяемые возрастанием частот воздействия от неровностей волока.

При установившемся движении по трелевочному волоку коэффициенты динамичности K_d составляют $1,3 \dots 2,8$ в зависимости от изменения скорости движения и рейсовой нагрузки. Характерно, что при установившемся движении и снижении рейсовой нагрузки или ее увеличении размах экстремальных отклонений $P_{\text{тр}}$ в диапазоне рассматриваемых скоростей движения изменяется в пределах $5,5 \dots 6,5 \text{ кН}$, а средние значения $8 \dots 24 \text{ кН}$.

Таким образом, следует отметить, что динамическая нагруженность технологического оборудования, а следовательно, и машины в процессе подтаскивания пачки и погрузки ее на щит является существенной, соизмеримой с его нагруженностью при транспортных операциях. Предел изменения коэффициента динамичности усилия в тросе лебедки составляет $1,3 \dots 2,8$. Наибольшая нагруженность имеет место в момент упора пачки в щит при его последующем подъеме, что соответствует $K_d=2,8$.

Также существенна нагрузка технологического оборудования при пеезде трелевочной машиной единичного препятствия. При высоте пня

0,35 м и изменении скоростей движения от 2,4 до 5,4 км/ч и нагрузки от 4 до 2,5 м³ значения коэффициента динамичности усилий в тросе лебедки изменялись в диапазоне 1,2...1,8. Усилия, соответствующие моменту переезда неровности колесами технологического модуля, в 1,57, раза больше, чем переднего.

Проведенные исследования дают основание считать, что при операциях по подтаскиванию пачки и погрузке ее на щит усилия, передаваемые на трансмиссию от технологического оборудования, значительны, что совпадает с данными, изложенными в работе [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. Коробкин В.А., Жуков А.В., Гришкевич С.Н., Лой В.Н. Новая колесная трелевочная машина с шарнирно-сочлененной рамой. Труды БГТУ. Лесная и деревообрабатывающая промышленность. – Мн., 1999. – Вып. VII. – С. 22-28.
2. Жуков А.В. Проектирование лесопромышленного оборудования. – Мн.: Вышэйшая школа, 1990.

УДК 630*323

А. Н. Бычек, ассистент

АНАЛИЗ ДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ТРЕЛЕВОЧНОЙ МАШИНЫ ТТР-402

Results of theoretical researches of dynamics skidder machines are given.

При проектировании лесных машин важное место отводится выбору оптимальных конструктивных параметров в сочетании с режимами работы. Вопросы о целесообразности использования той или иной конструктивной схемы, способа трелевки, режимов движения решаются с учетом динамики машины [1].

Для решения вышеизложенных задач использовалась разработанная математическая модель процесса движения машины [2]. Она позволяет оценить влияние параметров шин и подвески, конструктивных размеров (высота подвеса пачки древесины, ширина колеи), скорости движения при трелевке, неровностей поверхности движения на ее динамические параметры.

При решении системы дифференциальных уравнений в качестве функции воздействия использовались параметры микропрофиля, полученные во время экспериментальных исследований. Для пасечного волока средние значения длины неровностей составили 1,5...2 м, для магистрального – 0,5 и 1 м, шаг интегрирования – 0,05 с.

Колебательные процессы, возникающие при движении трелевочной машины, являются стационарными случайными и характеризуются такими