

тация, технологии : сборник научных статей. – Минск : БНТУ, 2020. – С. 174–181.

Представлено 18.05.2021 г.

УДК 630*377.44

ОЦЕНКА НАГРУЗОЧНЫХ РЕЖИМОВ ХОДОВОЙ ЧАСТИ ЛЕСНОЙ ПОГРУЗОЧНО-ТРАНСПОРТНОЙ МАШИНЫ 6К6

ASSESSMENT OF LOADING CONDITIONS OF THE SUSPENSION
OF FORESTRY LOADING AND TRANSPORTATION MACHINE 6K6

Д. В. Клоков¹, канд. техн. наук, доц., **Е. А. Леонов**², канд. техн. наук, доц.,
А. А. Гарабазжу², канд. техн. наук, доц., **Т. М. Тявловская**¹, ст. преп.,

¹Белорусский национальный технический университет,

г. Минск, Республика Беларусь,

²Белорусский государственный технологический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

D. Klokov¹, Ph.D. in Engineering, Associate professor,

E. Leonov², Ph.D. in Engineering, Associate professor,

A. Harabazhyu², Ph.D. in Engineering, Associate professor,

T. Tyavlovskaya¹, Senior lecturer,

¹Belarusian national technical University, Minsk, Republic of Belarus,

²Belarusian state technological University, Minsk, Republic of Belarus

Проведенные на основе разработанной математической модели форвардера теоретические и экспериментальные исследования позволили оценить значения и установить влияние параметров динамической системы на нагруженность ее элементов при различных режимах работы машины.

The theoretical and experimental studies carried out on the basis of the developed mathematical model of the forwarder made it possible to estimate the values and establish the influence of the parameters of the dynamic system on the loading of its elements under various operating modes of the machine.

Ключевые слова: динамика, форвардер, движитель.

Key words: dynamics, forwarder, mover.

ВВЕДЕНИЕ

С целью обоснования параметров погрузочно-транспортных машин различных типов и компоновки был разработан комплекс математических моделей процесса работы машин при выполнении ими технологических операций [1, 2, 3].

ОЦЕНКА ДИНАМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЛЕСНОЙ МАШИНЫ

На рисунке 1 представлены зависимости динамических реакций на мостах машин БК6 с варьируемыми продольными базами, при различных скоростях движения и нагрузках.

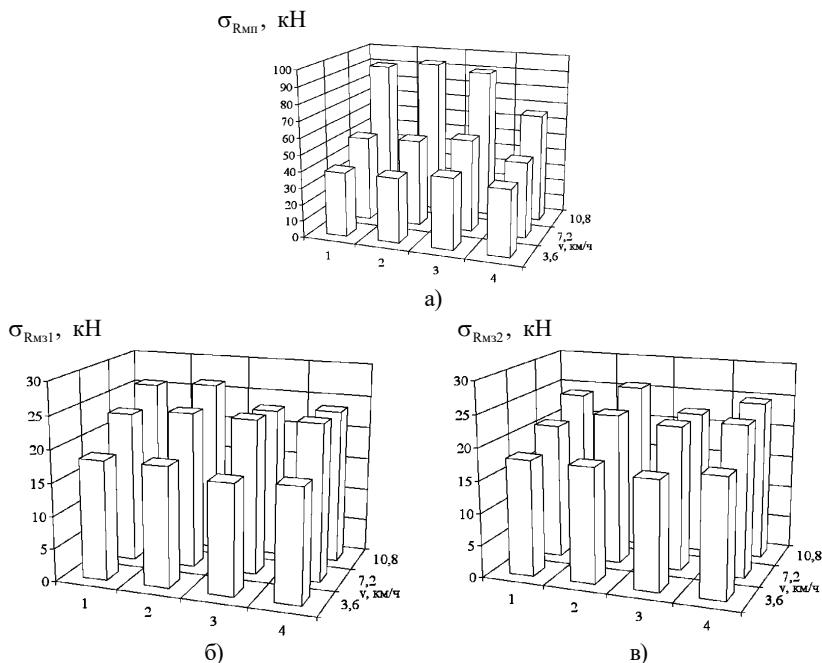


Рисунок 1 – Зависимость средних квадратичных значений амплитуд вертикальных динамических реакций переднего моста (а) и балансирной тележки (б, в) колесной погрузочно-транспортной машины БК6 от скорости v при движении по пасечному волоку 1, 2 – машина соответственно без груза и с грузом 5 т (при базе $L_6=3,81$ м); 3, 4 – ($L_6=4,35$ м)

Анализируя приведенные зависимости, можно проследить, что при движении по пасечному волоку отмеченный характер изменения среднеквадратичных значений угловых и вертикальных ускорений с увеличением скорости движения возрастает на всех нагрузочных режимах.

Подробным исследованием одного из наиболее характерных переходных режимов движения лесной погрузочно-транспортной машины, каковым является преодоление единичной неровности.

Полученные данные показывают, что с увеличением высоты неровности от 0,2 до 0,3 м значения вертикальных динамических реакций мостов увеличиваются на 30–40 %. Также заметное влияние на их величину оказывают длина неровности и скорость движения.

Спектральный анализ процессов движения машины также подтверждает вывод о том, что с увеличением скорости частота изменения динамических реакций возрастает. Проанализировав процесс изменения динамических реакций, можно констатировать что, наиболее приемлемой схемой является лесная машина на базе шасси БК6 с базой 4,35 м.

Однако, как и во всех рассматриваемых вариантах, одним из ограничивающих факторов выступает эксплуатационная скорость. Установлено, что по нагруженности переднего моста при движении по пасечному волоку скорость не должна превышать 7,2 км/ч. На магистральном волоке (лесной дороге) допустимая скорость до 10,8 км/ч, что явно достаточно для реализации показателей эффективности машины при эксплуатации.

Анализ динамики груженого форвардера показывает, что происходит разгрузка передних колес балансирной тележки и дополнительное нагружение задних колес вследствие влияния со стороны таких факторов, как параметры шин, балансира, и условий движения.

Причем в относительном выражении картина выглядит следующим образом. Разгрузка передних колес балансира при движении груженой машины на скорости 3,6 км/ч может составлять до 30 %. С увеличением скорости движения до 10,8 км/ч возможно увеличение неравномерности распределения динамических нагрузок в 1,63 раза. Следствием этого могут явиться циркуляция паразитной мощности привода тандемной тележки, повышение нагруженности трансмиссии и машины

в целом. Решение данной проблемы предполагает проведение специальных исследований процессов, происходящих в трансмиссии и в приводе балансирной тележки погрузочно-транспортной машины с колесной формулой 6К6.

По результатам расчетных и экспериментальных исследований установлено, что динамические нагрузки, передающиеся на погрузочно-транспортную машину от неровностей волока, превышают допустимые величины.

При проектировании лесных машин используют, как правило, следующие основные критерии оптимальности: минимум приведенных затрат; максимум экономической эффективности; минимум потерь; технические критерии. В целом эти критерии являются комплексными, так как учитывают ряд различных факторов, влияющих на работу системы машины [4, 5, 6].

При определении параметров шин и подвески груза рассматривается математическая модель колебаний погрузочно-транспортной машины в комплексе. В качестве выходного процесса исследовались величина вертикальной динамической реакции мостов машины $RY(K_{дин})$, а также значения коэффициента динамичности $K_{дин}$.

Целевая функция в таком случае имеет вид

$$F = f(c_u^y, k_u^y, c_n^y, k_n^y, M, L_{\sigma}) = K_{дин} \rightarrow \min ,$$

$$c_u^y, k_u^y, c_n^y, k_n^y, L_{\sigma} \in V_n ,$$

где c – оптимизируемый (управляемый) параметр жесткости; k – оптимизируемый (управляемый) параметр неупругого сопротивления; M – задаваемые динамические параметры системы ($M = M_1, M_{гр}, \dots, M_n$); $K_{дин}$ – коэффициент динамичности; V_n – область существования значений управляемых параметров, задаваемая прямыми ограничениями на них.

При проведении расчетов определялись необходимые параметры, входящие в выражения целевой функции и ограничений. Расчеты выполнялись при следующих условиях: скорость движения принималась в пределах 3,6–10,8 км/ч; объем рейсовой нагрузки максимален – 6 м³; перераспределение вертикальной нагрузки между передним и задним мостами стремится к 1; поверхность движения –

песечный волок, ровность которого является самой неудовлетворительной для нашего случая.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате анализа полученных данных установлено, что область оптимальных параметров определяется следующими интервалами: радиальная жесткость шин $c_{ш} = 500\text{--}600$ кН/м, коэффициент неупругого сопротивления $k_{ш} = 45\text{--}55$ кН·с/м, жесткость демпфирующих элементов грузовой платформы $c_{п} = 1700\text{--}1750$ кН/м, коэффициент неупругого сопротивления $k_{п} = 65\text{--}70$ кН·с/м и продольная база погрузочно-транспортной машины $L_6 = 4,2\text{--}4,5$ м.

Рекомендуемые значения жесткости и коэффициента неупругого сопротивления снижают величину средних квадратичных значений динамических реакций мостов в среднем на 23–35 %.

Реализация рекомендуемых оптимальных параметров позволит снизить величину средних квадратичных значений динамических реакций мостов машины на 23–25 % и средних квадратичных значений крутящих моментов в трансмиссии на 12–15 %, а, следовательно, и нагруженность машины в целом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Клоков, Д. В. Обоснование параметров и оценка динамических показателей лесной колесной погрузочно-транспортной машины [Текст]: дис. канд. техн. наук: 05.21.01: защищена 27.12.2001 / Д. В. Клоков. – Минск, 2001. – 166 с.

2. Клоков, Д. В. Особенности оценки динамической нагруженности ходовой части форвардера 8К8 [Текст] С / Д. В. Клоков, Е. А. Леонов, А. А. Ермалицкий // Труды БГТУ. № 2. Лесная и деревообрабатывающая промышленность. – 2015. – № 2(175). – С. 19–21.

3. Клоков, Д. В. Оценка соответствия типов компонентов ходовой части колесных скиддеров [Текст] / Д. В. Клоков, А. А. Гарабажиу, Е. А. Леонов // Транспорт и транспортные системы: конструирование, эксплуатация, технологии : сборник научных статей. – Минск : БНТУ, 2020. – С. 174–181.

4. Клоков, Д. В. Некоторые особенности эксплуатации форвардеров 4К4 при проведении основных лесозаготовительных работ / Д. В. Клоков, Е. А. Леонов, И. В. Франскевич // Современная техника и техно-

логии: проблемы, состояние и перспективы : Материалы VII Всероссийской научно-практической конференции. – Рубцовск: РИИ, 2017. – С. 271–276.

5. Клоков, Д. В. Оценка показателей маневренности скиддеров [Текст] / Д. В. Клоков, Е. А. Леонов, А. А. Гарабажиу // Автотракторостроение и автомобильный транспорт : Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. В 2-х томах. – Минск, 26–29 мая 2020 года. – Минск: БНТУ, 2020. – С. 197–201.

6. Клоков, Д. В. Модель работы лесовозного автопоезда с учетом надежности [Текст] / Д. В. Клоков, А. А. Гарабажиу, Е. А. Леонов // Транспорт и транспортные системы: конструирование, эксплуатация, технологии : сборник научных статей. – Минск : БНТУ, 2020. – С. 164–173.

Представлено 20.05.2021 г.