

А.Н.БЫЧЕК, Д.В.КЛОКОВ

Белорусский государственный технологический университет
Минск, Беларусь

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.

Одним из наиболее мощных источников колебательных процессов, возникающих при движении трелевочно-погрузочной машины, являются неровности поверхности движения. В качестве возмущающего воздействия при моделировании процесса движения трелевочно-погрузочной машины использовались заданные в виде дискретных массивов типичные для условий Беларуси микропрофили участков волоков.

Характерным переходным режимом движения трелевочно-погрузочной машины является переезд единичной неровности. Как правило, длина и высота неровности взаимосвязаны: увеличение высоты неровности сопровождается увеличением ее длины. Однако нередки случаи, когда машине приходится преодолевать "нестандартные" препятствия: пень, лежащее дерево и т.д.

При моделировании процесса переезда единичных ступенчатых неровностей производилось варьирование скоростей движения в диапазоне от 2,5 до 10,5 км/ч. Параметры единичных неровностей принимались: высота $h = 0,2$ м и $h = 0,3$ м, длина $l = 0,3$ м и $l = 0,6$ м. Анализ полученных результатов проводился по максимальным значениям динамической реакции моста трактора $R_{МП}$, кН.

Расчеты показали, что с увеличением высоты неровности от 0,2 до 0,3 м значения вертикальных реакций переднего моста увеличиваются на 28-33 %. Также заметное влияние на их величину оказывает длина неровности и скорость движения.

С увеличением длины неровности от 0,3 до 0,6 м значения динамических реакций моста уменьшаются, причем с увеличением скорости они уменьшаются с разной интенсивностью. Так для реакций переднего моста при скорости движения 2,5 км/ч значение реакции уменьшается на 27 %, при 10,5 км/ч - на 8 %. Минимальные значения реакция переднего моста имеет на малых скоростях движения, с увеличением скорости значения реакции возрастают и достигают максимума при 10,5 км/ч.

Ограничения на скоростной режим и высоту преодолеваемых пре-

пятствий накладывались из условия, что K_d не превышает 2-2,5. Таким образом, исследования показали, что из условия вертикальной динамической нагруженности мостов при переезде единичных неровностей с высотой до 0,2 м и длиной 0,6 м и более практически во всем диапазоне скоростей нагрузка находится в допустимых пределах. Неровность с высотой 0,2 м и длиной 0,3 м целесообразно преодолевать со скоростью до 6 км/ч, неровности высотой 0,3 м и длиной 0,6 м со скоростью в диапазоне от 2 до 4 км/ч. При преодолении препятствий с высотой и длиной 0,3 м динамические реакции мостов превышают допустимые значения во всем диапазоне скоростей.

Колебательные процессы, возникающие при движении трелевочной машины, являются стационарными случайными процессами и характеризуются такими статистическими характеристиками, как средние и максимальные значения, средние квадратичные отклонения, корреляционная функция и спектральная плотность.

Как показали результаты исследований, амплитуды продольно-угловых колебаний остова машины в значительной степени зависят от жесткости шин и подвески переднего моста.

При оценке влияния жесткостей шин на вертикальные динамические реакции мостов рассматривались средние квадратичные значения амплитуд реакций, характеризующие разброс амплитуд относительно центра группирования. Критерием оценки служило условие, что коэффициент динамичности $K_d = 2,5$, откуда следует, что максимально допустимые реакции для переднего и заднего мостов соответственно не должны превышать 18 и 40 кН.

Результаты исследований показали, что минимальные значения средних квадратичных амплитуд вертикальных реакций переднего моста имеют место при следующих параметрах жесткостей: шин передних колес 100 кН/м; переднего моста 200 кН/м и шин задних колес 200 кН/м.

Значения жесткостей подвески, шин переднего моста оказывают слабое влияние на величину вертикальной динамической реакции заднего моста, в то же время прослеживается четкая их зависимость от жесткости задних шин.

Также исследовано влияние скорости движения на вертикальные реакции мостов. Диапазон варьирования скорости передвижения находился в пределах 2-12 км/ч.

Анализ проводился для двух случаев движения - по пасечному и магистральному волокам.

Установлено, что в рассматриваемом диапазоне скоростей при движении по пасечному волоку с увеличением скорости свыше 8 км/ч происходит возрастание амплитуд реакций заднего моста в 2,2-2,4 раза.

Наибольших значений амплитуды реакций достигают при скорости трелевки 10 км/ч, однако при дальнейшем увеличении скорости (до

14 км/ч) значения ординат уменьшаются.

То же самое происходит при движении по магистральному волоку, однако интенсивность возрастания несколько ниже (в 1,7-1,9 раза) и при дальнейшем увеличении скорости до 14 км/ч значения ординат практически не изменяются. Кроме того, отмечается всплеск реакций при скорости движения 4 км/ч. При движении по магистральному волоку средние квадратичные значения амплитуд реакций заднего моста в 1,5-2 раза меньше.

Изменение амплитуд реакций переднего моста происходит более равномерно. При движении по пасечному волоку максимальных значений амплитуды достигают при скорости трелевки 4 км/ч, при дальнейшем увеличении скорости значения амплитуд снижаются в 1,2-1,4 раза. При движении по магистральному волоку минимальные значения амплитуды имеют место при скорости движения 7 км/ч, при дальнейшем увеличении скорости происходит равномерное увеличение ординаты. Максимального значения амплитуды достигают при скорости движения 14 км/ч.

Выявлено, что максимальных значений амплитуды реакций заднего моста достигают при движении по пасечному волоку со скоростью 10 км/ч. Вероятность возникновения динамических реакций, превышающих допустимое значение, - 0,5 %.

Важное место при обосновании параметров трелевочной машины занимает расчет по определению условий резонанса. Известно, что условия резонанса характеризуются как параметрами самой системы, так и частотой воздействия, которая в свою очередь зависит от скорости движения системы и длины неровностей пути.

Проведенные исследования показали, что в диапазоне рабочих скоростей 4-9 км/ч, в пределах наиболее встречающихся длин неровностей, низкочастотный резонанс практически исключается при следующих параметрах жесткостей: передних шин 200-300 кН/м; переднего моста 200 кН/м; задних шин 200-300 кН/м.

Для случая с предложенными параметрами жесткостей вертикальные динамические реакции переднего моста соответственно снижаются на 18-20 %.