

УДК 630*363.7

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПОПЕРЕЧНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ САМОХОДНОЙ РУБИЛЬНОЙ МАШИНЫ

Германович А.О., магистр технических наук, аспирант
(Белорусский государственный технологический университет)

В статье рассмотрены вопросы устойчивости самоходной рубильной машины. Представлены результаты экспериментальных испытаний поперечной устойчивости самоходной рубильной машины.

Актуальность. В настоящее время во многих странах мира наблюдается повышение интереса к возобновляемым источникам энергии. Это связано с непрерывно уменьшающимися запасами ископаемых энергоносителей, ухудшением экологии, связанным с газовыми выбросами, приводящими к парниковому эффекту, а также стремлением многих стран к энергонезависимости и энергобезопасности. Одним из таких источников энергии является древесина. Переработка отходов лесозаготовок при помощи мобильных рубильных машин является одной из наиболее доступных и в то же время эффективных технологий переработки древесины на топливную щепу.

Постановка проблемы. На сегодняшний день существует большое разнообразие рубильных машин. Наиболее универсальной является самоходная рубильная машина, обладающая рядом преимуществ, таким как - возможность работы, как непосредственно на лесосеке, так и на лесном складе. Работа мобильной рубильной машины состоит из повторяющегося цикла, который включает две наиболее затратные временные составляющие. Первая составляющая представляет собой непосредственно сам процесс измельчения

древесного сырья в щепу, а вторая – транспортная (переезды от одного места концентрации сырья к другому).

Эффективность работы мобильной рубильной машины прямым образом зависит от количества измельченной древесины, т.е. от производительности. Факторы, влияющие на сменную производительность машины, когда она находится в транспортном режиме, следующие: скорость движения, проходимость, устойчивость. Устойчивость лесозаготовительных машин, т.е. их способность преодолевать заданные подъемы, спуски, косогоры, различного рода препятствия, является одним из важнейших критериев оценки совершенства компоновки машины. Это предопределяется специфическими особенностями работы машин в тяжелых лесных условиях, когда наличие на лесосеке большого количества препятствий (пней, валежника, валунов и т.д.), а также движение по сильно пересеченной местности может привести либо к временной потере устойчивости (вздыбливание, клевание машины), либо к полной потере устойчивости машины и как следствие – к авариям и возможным несчастным случаям. Поэтому при проектировании компоновки самоходных рубильных машин необходимо уделять большое внимание их устойчивости.

Анализ последних исследований. Вопросами устойчивости самоходной специализированной техники занимался ряд ученых [1-4]. Так ученые БГТУ, кафедры лесных машин и технологии лесозаготовок занимались задачами повышения устойчивости лесозаготовительных машин. Большой научный вклад в развитие теоретических основ обоснования параметров влияющих на устойчивость лесозаготовительной техники внес профессор А.В. Жуков [1]. Одним из последних исследований устойчивости лесозаготовительной машины является диссертационная работа С.Е. Арико [2], в которой он при помощи эксперимента установил, что обработку древостоя на максимальном вылете гидроманипулятора в 9,5 м следует производить на выборочных санитарных рубках, при этом для обеспечения устойчивости харвестера, его шины необходимо на 75–80% от их объема наполнять жидкостью.

Целью настоящих исследований являлось определение предельного угла поперечной устойчивости самоходной рубильной машины.

Решение поставленной задачи. Объектом исследовательских испытаний являлась мобильная рубильная машина АМКОДОР 2904, изготовленная заводом «Дормаш» ОАО «Амкодор» -управляющая компания холдинга» в 2013 году (рис. 1).



Рис. 1. Объект исследовательских испытаний мобильная рубильная машина АМКОДОР 2904

Испытания экспериментального образца рубильной машины проходили в ГУ «Белорусская машиноиспытательная станция», пос. Привольный, Минский р-н. Для оценки устойчивости, а также для определения положение координат центра тяжести предварительно были произведены замеры при помощи 4-х платформенных автомобильных весов марки РР15-Ш13 (ГОСТ 16292-77) фактических значений эксплуатационной массы путем определения распределения веса машины по осям (колесам), а также были определены основные геометрические (компоновочные) параметры самоходной рубильной машины при помощи мерной ленты (рулетки) с погрешностью измерения 0,5 мм (рис. 2 а, б, в). Эксплуатационная масса машины определялась методом простого измерения, путем взвешивания полностью заправленной машины, укомплектованной возимым ЗИП, с водителем (75 кг) в кабине. Результаты замеров распределения веса машины по осям представлены на рисунке 2 г. После получения экспериментальных данных распределения веса по осям машины, аналитическим путем было определено положение координат центра тяжести по длине базы машины. Так, для двухосной машины, находящейся на горизонтальной площадке, выражения для определения продольных координат положения центра тяжести, полученные из уравнений моментов относительно

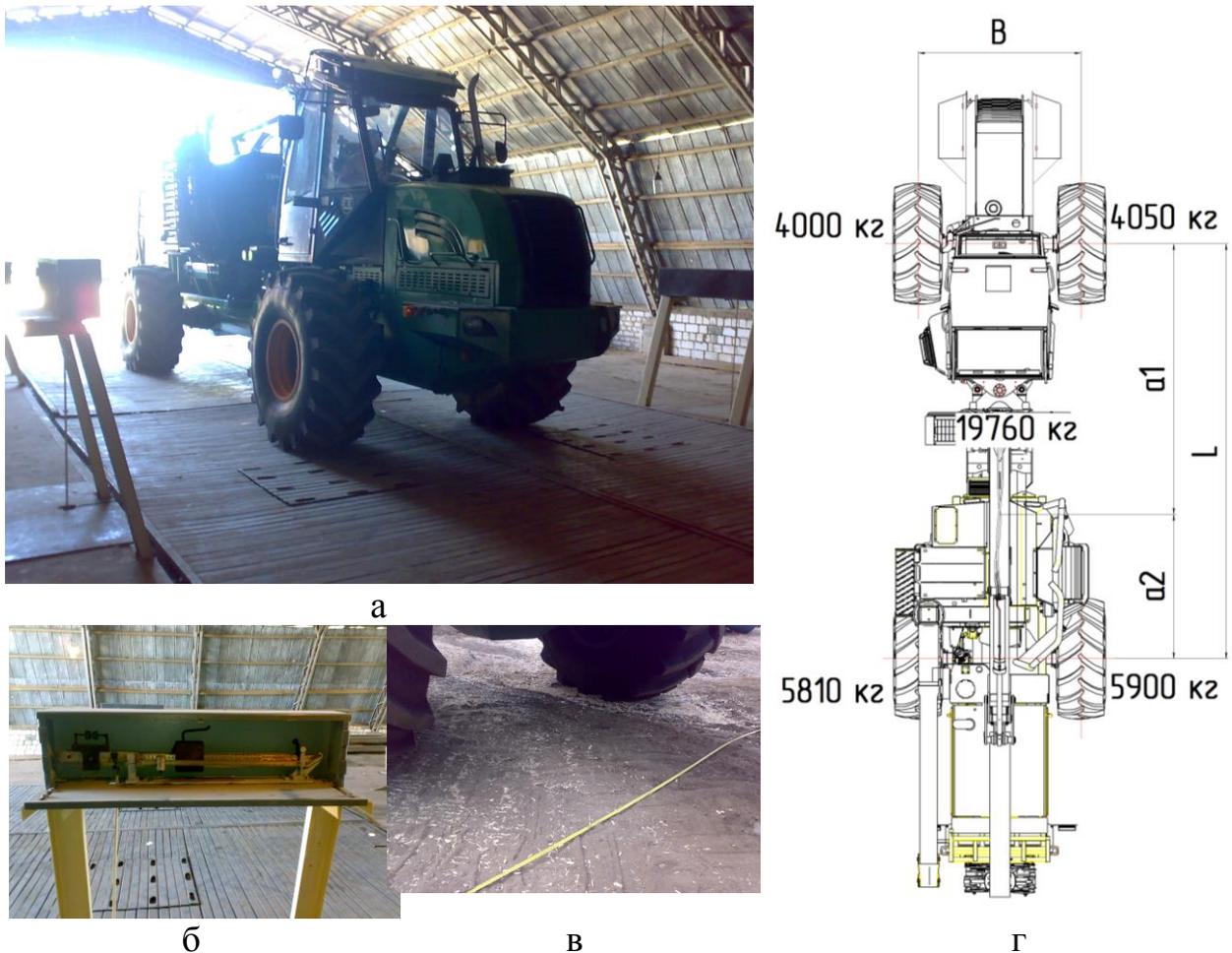


Рис. 2. Определение массово-геометрических характеристик экспериментального образца самоходной рубильной машины АМКОДОР 2904: а – замер эксплуатационной массы машины; б - весы РП15-Ш13; в – замер колеи (B) машины; г - результаты замеров распределения веса машины по осям

точек опоры колес, имеют вид:

$$a_1 = \frac{G_2 \cdot L}{G}, \quad a_2 = \frac{G_1 \cdot L}{G} \quad (1)$$

где G – вес машины, Н; G_1, G_2 – вес машины распределенный на переднюю и заднюю оси, соответственно, Н; L – продольная база машины, м;

Положение координат центра тяжести по высоте hg определялось по зависимости:

$$hg = \frac{B}{2} \cdot ctgQ \quad (2)$$

где Q - угол наклона платформы в момент опрокидывания машины, рад.

Предельный угол поперечной устойчивости Q определялся экспериментально на специальном стенде СУ-40, имеющем платформу, которая может наклоняться на различные углы (от $0-50^0$) в поперечной плоскости (рис. 3). Критическим считается угол, при котором начинается боковое



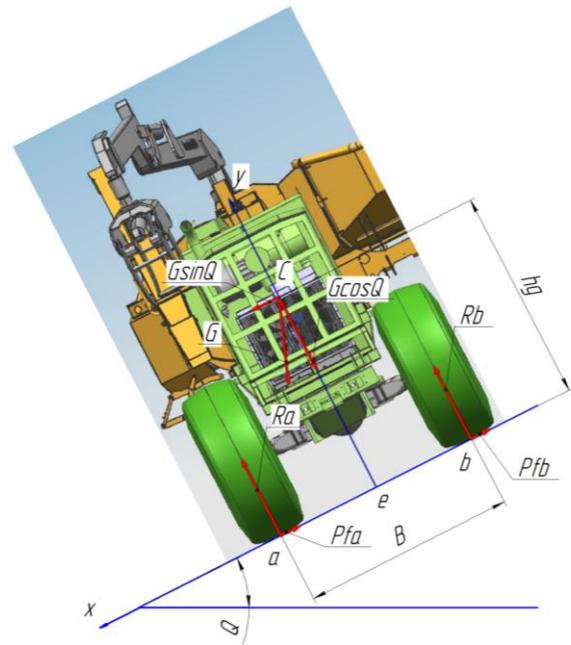
а

б

Рис. 3. Стенд для определения предельного угла поперечной устойчивости СУ-40

опрокидывание машины. Угол наклона платформы, соответствующий моменту отрыва колес одной стороны, является «зачетным» для определения статической устойчивости. На стенде фиксировался угол наклона платформы в момент бокового опрокидывания, который составил 27° (рис.4 а).

Для анализа поперечной устойчивости самоходной рубильной машины была разработана расчетная схема (рис. 4 б), где Ra , Rb - равнодействующая нормальных реакций опорной поверхности, действующих соответственно на колеса левого и правого сторон машины, Н; Pfa , Pfb - равнодействующая боковых реакций опорной поверхности, действующих соответственно на колеса левой и правой сторон машины, Н; C - положение центра тяжести машины; $G\sin Q$, $G\cos Q$ – горизонтальная и вертикальная составляющие веса машины, соответственно, Н. При помощи расчетной схемы и составленных уравнений моментов всех сил относительно точек (точки a , b , e , рис. 4 б) были получены зависимости изменений опорных реакций самоходной рубильной машины в процессе подъема платформы стенда СУ-40 (рис. 5 а). Опрокидывание машины относительно точки a наступает в тот момент, когда опорная реакция $Rb=0$.



а

б

Рис. 4. Определение поперечной устойчивости самоходной рубильной машины АМКОДОР 2904: а – экспериментальное определение предельного угла поперечной устойчивости Q ; б – расчетная схема для анализа поперечной устойчивости

Опрокидывающей силой является составляющая силы машины $G\sin Q$. Существенное влияние оказывают на поперечную устойчивость такие компоновочные параметры как: эксплуатационная масса, колея и высота положения центра тяжести машины. Так, чем шире колея и ниже расположен центр тяжести машины, тем при большем угле поперечного уклона происходит опрокидывание. На рисунке 5 б представлена зависимость изменения предельного угла поперечной устойчивости от высоты положения центра тяжести hg , анализируя полученные зависимости можно отметить, что при снижении положения hg существенно увеличивается устойчивость машины. Одним из показателей устойчивости машины является коэффициент поперечной устойчивости, который для самоходной рубильной машины АМКОДОР 2904 составил 0,53.

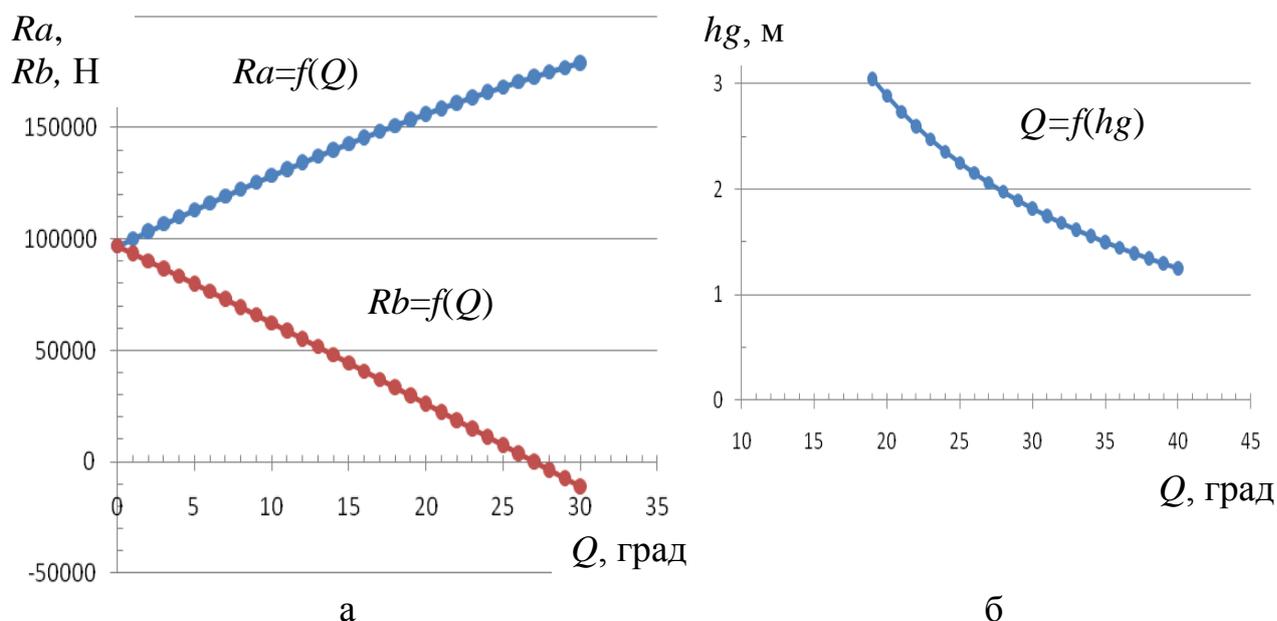


Рис. 5. Зависимости изменений: а – опорных реакций самоходной рубильной машины; б – предельного угла поперечной устойчивости от высоты положения центра тяжести

Опрокидывание машины при нерациональной компоновке может произойти в поперечной плоскости при движении по склону или преодолении препятствий, когда колеса одной стороны окажутся на препятствии. Наибольшая высота препятствия, которую самоходная рубильная машина может преодолеть, составляет 0,95 м.

Выводы. В результате проведенных исследований были определены массово-геометрические характеристики, положение центра тяжести, предельный угол поперечной устойчивости самоходной рубильной машины, а также получен ряд аналитических зависимостей основных компоновочных параметров влияющих на поперечную устойчивость машины. Анализируя полученные зависимости, следует подчеркнуть, что использование машины на косогоре, во многих случаях заканчивается его опрокидыванием, поэтому движение машины на косогоре должно совершаться на малых скоростях и только по необходимости. При этом нужно избегать поворотов машины в процессе ее движения в сторону вершины косогора.

Список литературы

1. Жуков, А.В. Проектирование лесопромышленного оборудования : учеб. для вузов / А.В. Жуков. – Минск : Выш. шк., 1990. – 312 с.
2. Арико, С.Е. Обоснование параметров валочно-сучкорезно-раскряжевой машины для рубок промежуточного лесопользования: дис. ... канд. техн. наук: 05.21.01 / С.Н. Пищов. – Минск, 2012. – 225 л.

3. Бурмак, П.С. Исследование устойчивости валочно-пакетирующих машин против опрокидывания : дис. ... канд. техн. наук : 05.06.02 / П.С. Бурмак. – Химки, 1975. – 140 л.

4. Памфилов, Д.В. Повышение боковой динамической устойчивости и плавности хода колесной трелевочной системы : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.21.01 / Д.В. Памфилов ; Ленингр. лесотехн. акад. им. С.М. Кирова. – Л., 1985. – 19 с.

Анотація

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОПЕРЕЧНОЇ СТІЙКОСТІ САМОХІДНОЇ РУБАЛЬНОЇ МАШИНИ

А.О. Германович

У статті розглянуті питання стійкості самохідної рубальної машини. Представлені результати експериментальних випробувань поперечної стійкості самохідної рубальної машини.

Abstract

EXPERIMENTAL STUDY OF LATERAL STABILITY SELF-PROPELLED CHIPPER

A.O. Hermanovich

The paper deals with the stability of a self-propelled chipper. The results of experimental tests of lateral stability of self-propelled chipper.