

УДК 630*363.7

А. О. Германович, магистр технических наук, аспирант (БГТУ)

ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО И ТЯГОВОГО МОДУЛЕЙ РУБИЛЬНОЙ МАШИНЫ НА САМОХОДНОМ ШАССИ

В последнее время переработка древесных отходов в топливную щепу при помощи мобильных рубильных машин приобретает важное значение для энергонезависимости Беларуси. Существует большое количество технических характеристик отдельных агрегатов рубильных машин, среди которых зачастую сложно на стадии проектирования выбрать параметры составных агрегатов, а также определиться в компоновочном решении новой проектируемой мобильной рубильной машины.

Recently, processing of wood waste fuel chips with mobile chippers becomes important for the energy independence of the country. There are a variety of technical characteristics of individual units chippers, among which it is often difficult to choose the parameters of the design phase of composite components and is also defined in the new assembly solutions projected mobile chipper.

Введение. Одним из направлений повышения эффективности лесной отрасли является переработка древесных отходов в щепу при помощи рубильных машин. Во многих странах мира энергетика на растительной и древесной биомассе становится эффективной самокупаемой отраслью, конкурентоспособной по отношению к энергетике на ископаемом топливе.

На сегодняшний день на лесозаготовительных предприятиях республики применяется широкий спектр мобильных рубильных машин, предназначенных для производства топливной щепы, выпускаемых как на отечественных, так и на зарубежных заводах.

В процессе создания новой самоходной рубильной машины инженеры-конструкторы сталкиваются с проблемой выбора и обоснования параметров технологического оборудования и самоходного шасси, т. к. существуют разнообразные компоновочные решения и технические характеристики данной техники.

Основная часть. Самоходная рубильная машина на базе форвардера обладает таким основным преимуществом, как высокая проходимость, в отличие от других мобильных рубильных машин. Такая рубильная машина может работать не только на складе, но и непосредственно в самом лесу, тяжелых условиях передвижения.

Самоходная рубильная машина состоит из двух основных модулей – тягового и технологического (рис. 1). Тяговый является энергетическим модулем для базовой машины (форвардера), т. к. содержит такой основной элемент как двигатель, который является источником энергии привода колесных движителей. Технологический состоит из технологического оборудования и задней полурамы базовой машины (форвардера) с элементами трансмиссии и ходовой частью [1].

Самоходное шасси может иметь такие колесные формулы, как 4К2, 4К4, 6К6, 8К8.

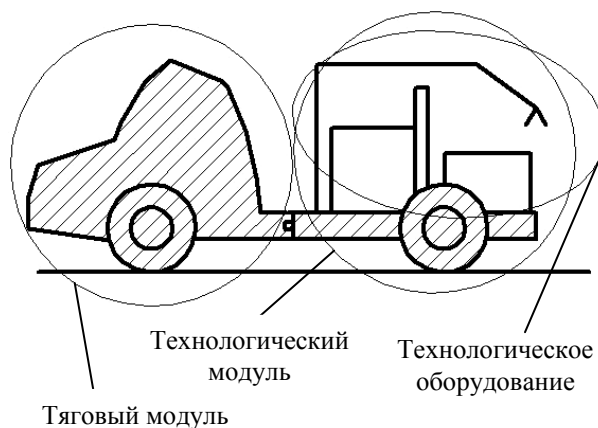


Рис. 1. Компоновочная схема самоходной рубильной машины

Увеличение количества и типоразмера колес ведет к увеличению проходимости, грузоподъемности, а также к снижению неблагоприятного воздействия колесных движителей на лесные почвогрунты.

Технологическое оборудование состоит из рубильного агрегата; двигателя; гидроманипулятора; бункера для щепы (рис. 2).

Комплектация и компоновка технологического оборудования может быть разнообразной в зависимости от места использования рубильной машины, а также от ее производительности. К примеру, основные отличия в комплектации технологического оборудования рубильной машины могут быть следующими: рубильный агрегат может иметь вентилятор, или транспортер для удаления щепы, либо то и другое; привод рубильного агрегата может осуществляться от автономного двигателя, или от двигателя тягового модуля, либо от того и другого; компоновка рубильного агрегата может быть продольная или поперечная (относительно продольной оси базовой машины); рубильный агрегат может располагаться на полноповоротной или неповоротной платформе.

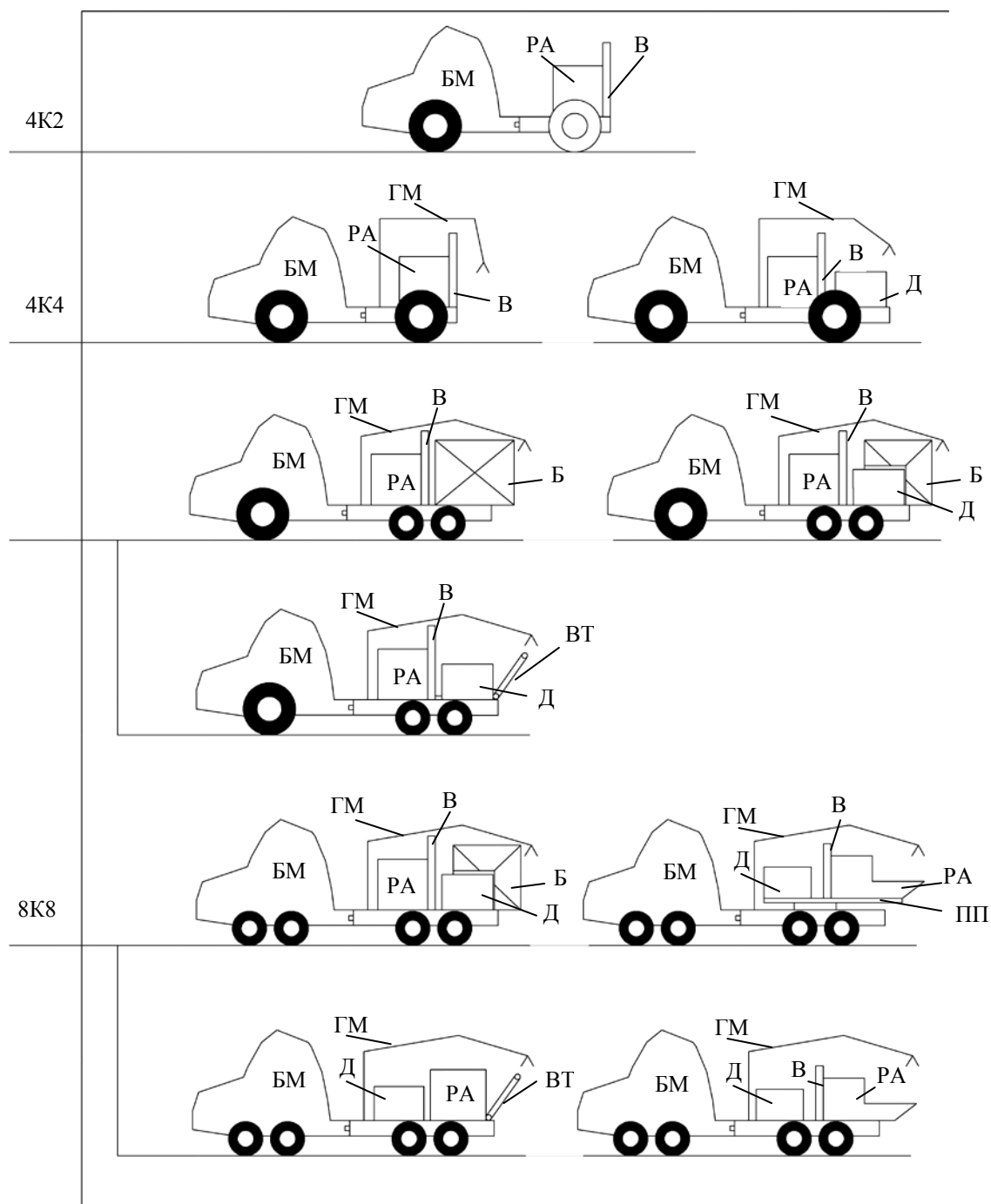


Рис. 2. Компонентные схемы самоходных рубильных машин:
 БМ – базовая машина; РА – рубильный агрегат; В – вентилятор для удаления щепы;
 ГМ – гидроманипулятор; Д – двигатель; Б – бункер-накопитель;
 ВТ – лебедка; ПП – полноповоротная платформа

Предлагаемая методика обоснования параметров технологического оборудования и самоходного шасси учитывает место работы самоходной рубильной машины, а также ее производительность. Методика включает входные и выходные параметры (рис. 3). Входным параметром является производительность и мобильность (место использования рубильной машины (лесосека, склад)).

Выходные параметры: площадь сечения загрузочного окна рубильного агрегата, грузоподъемный момент гидроманипулятора, мощность двигателя, объем бункера для щепы, колесная формула и площадь пятна контакта колеса (удовлетворяющие нормам СТБ-1342-2002) [2]. Связь между входными и выходными параметрами осуществляется через массу.

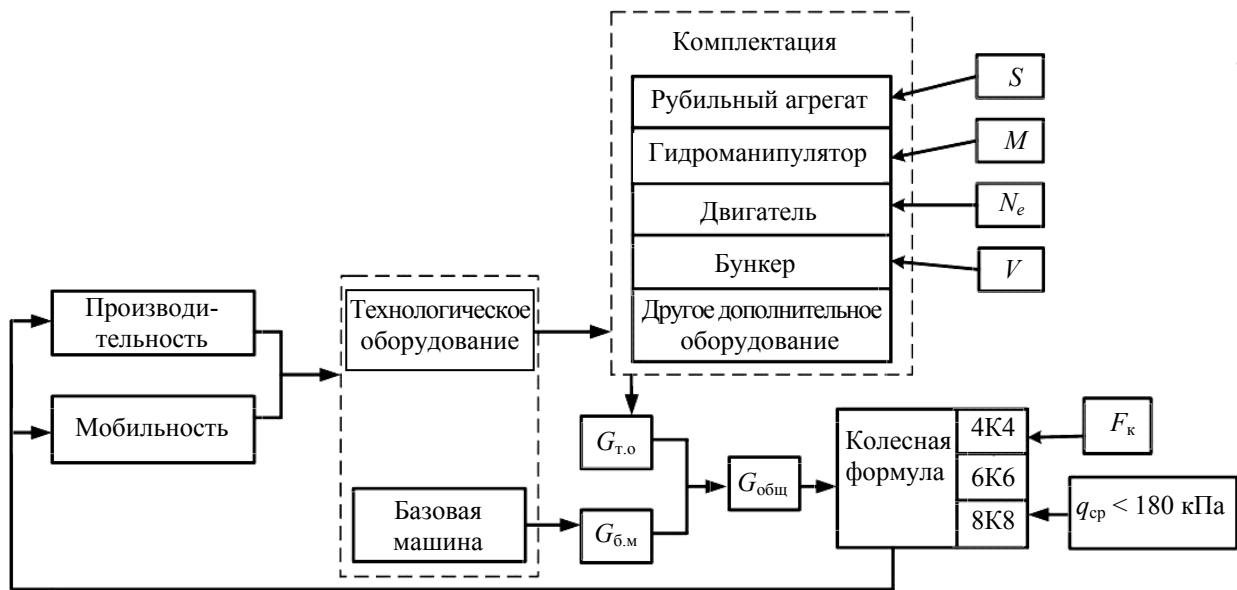


Рис. 3. Схема обоснования параметров технологического оборудования и базового шасси самоходной рубильной машины

В результате были собраны и проанализированы статистические данные основных параметров самоходной рубильной машины, что в дальнейшем позволило провести регрессионный анализ, который заключался в установлении уравнений регрессии основных параметров технологического оборудования и базового шасси (аргументами x и функциями y , в качестве аргументов выступали основные параметры технологического оборудования и базового шасси, а в качестве функций – их массы), оценке тесноты связей между ними, достоверности и адекватности результатов измерений [2].

Для определения наличия таких связей были построены корреляционные поля (рис. 4).

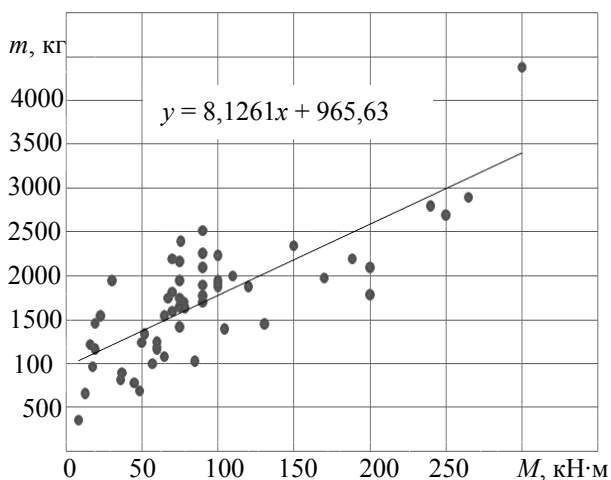


Рис. 4. Корреляционное поле и регрессионная зависимость изменения массы гидроманипулятора от его грузового момента

Предварительно по тесноте группирования точек визуально были определены характер корреляционной зависимости и проведены линии тренда. Линии тренда проводились таким образом, чтобы минимизировать среднюю квадратичную ошибку величины предсказания для функций y при данных значениях x . При предположении о приблизительно линейном характере зависимости коэффициент корреляции выступает в качестве критерия близости корреляционной зависимости между x и y . Если величина коэффициента корреляции близка к 1, это говорит о тесной связи, в то время когда она близка к 0, речь идет об очень слабой связи или об ее отсутствии. Все коэффициенты корреляции полученных зависимостей свидетельствуют о наличии достаточно тесной связи между показателями параметров технологического оборудования и базового шасси.

На основании проведенного регрессионного анализа и статистической обработки основных параметров технологического оборудования и базового шасси получены регрессионные зависимости, удовлетворяющие коэффициенту корреляции: массы рубильного агрегата от площади сечения загрузочного окна; массы двигателя от его мощности; массы манипулятора от его грузового момента; массы базовой машины от массы возможного перевозимого полезного груза (грузоподъемности) (рис. 5, 6).

Зависимость массы бункера со щепой от его объема была получена расчетным путем.

Построенные зависимости изменений массы от основных показателей технологического оборудования (площадь сечения загрузочного окна рубильного агрегата, грузоподъемный момент гидроманипулятора, мощность двига-

теля, объем бункера для щепы) позволяют определить общую массу технологического оборудования самоходной рубильной машины.

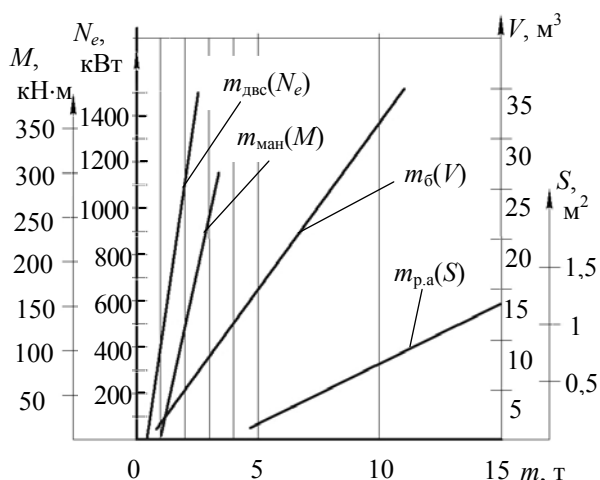


Рис. 5. Изменение массы технологического оборудования от его основных параметров

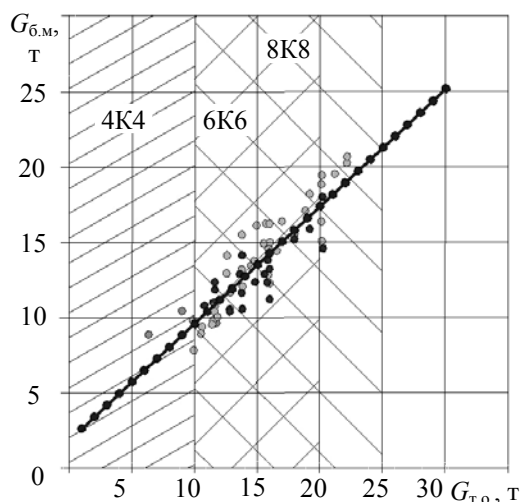


Рис. 6. Изменение массы базовой машины от массы технологического оборудования

В зависимости от массы технологического оборудования определяется масса самой базовой машины и соответственно общая масса всей рубильной машины в целом, а также предварительно ее колесная формула.

Методика позволяет после определения общей массы самоходной рубильной машины выбрать колесную формулу (рис. 7), удовлетворяющую нормам СТБ 1342-2002 (т. е. удельное давление на грунт, не превышающее 180 кПа). На построенных графиках нанесены области варьирования удельного давления на грунт в зависимости от изменения площади пятна контакта

(F_k от $0,01 \text{ м}^2$ до $0,3 \text{ м}^2$) для колесных формул базового шасси 4К, 6К6, 8К8.

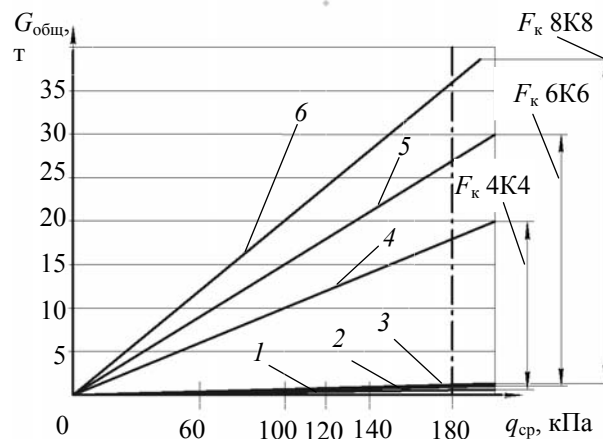


Рис. 7. Изменение давления колесных движителей на почву в зависимости от изменения общей массы рубильной машины на самоходном шасси:

- 1 – $q_{ср}(G_{общ})$ 4К4 при $F_k = 0,01 \text{ м}^2$;
- 2 – $q_{ср}(G_{общ})$ 6К6 при $F_k = 0,01 \text{ м}^2$;
- 3 – $q_{ср}(G_{общ})$ 8К8 при $F_k = 0,01 \text{ м}^2$;
- 4 – $q_{ср}(G_{общ})$ 4К4 при $F_k = 0,3 \text{ м}^2$;
- 5 – $q_{ср}(G_{общ})$ 6К6 при $F_k = 0,3 \text{ м}^2$;
- 6 – $q_{ср}(G_{общ})$ 8К8 при $F_k = 0,3 \text{ м}^2$

Так как удельное давление зависит не только от колесной формулы, но и от геометрических параметров шины, то целесообразно выбрать колесную формулу с таким типоразмером колес, у которых пятна контакта также удовлетворяли бы требованиям СТБ.

Заключение. Построены регрессионные зависимости, отражающие взаимовлияние основных параметров на общую массу самоходной рубильной машины, на основании которых разработана методика, позволяющая обосновать комплектацию технологического оборудования и колесную формулу базового шасси, удовлетворяющую нормам СТБ, при заданных изначально лишь двух основных параметрах: производительности и мобильности (места работы машины).

Литература

1. Яцкевич, В. В. О принципе модульного построения сельскохозяйственных мобильных агрегатов / В. В. Яцкевич // Тракторы и сельхозмашины. – 1982. – № 10. – С. 5–6.
2. Пижурич, А. А. Исследования процессов деревообработки / А. А. Пижурич, М. С. Розенблит. – М.: Лесная пром-сть, 1984. – 232 с.

Поступила 20.02.2013