

УДК 629.1.07

М.Л. Шуляк

Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства имени Петра Василенка

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕКТОРА ПОЛНОГО УСКОРЕНИЯ АГРЕГАТА НА ОСНОВЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ УСКОРЕНИЙ ЕГО СОСТАВНЫХ ЗВЕНЬЕВ

Определение динамических потерь мощности в режиме установившегося движения, является актуальной научной задачей. Одним из наиболее приемлемых для мониторинга параметров является ускорение агрегата, так как его определение экспериментальным путем, последнее время упростилось, вследствие применения датчиков – акселерометров. В работе разработана методика теоретического определения вектора полного ускорения агрегата на основе полученных экспериментальным путем ускорений контрольных точек его составных звеньев при свободном расположении акселерометров.

Ключевые слова: трактор, центр масс, ускорение, динамика агрегата.

Введение

Определение динамических потерь мощности в режиме установившегося движения, является актуальной научной задачей. Решение которой, невозможно без всесторонней оценки динамики функционирования тракторного агрегата при выполнении различных операций растениеводства. Одним из наиболее приемлемых для мониторинга параметров является ускорение агрегата, так как его определение экспериментальным путем, последнее время упростилось, вследствие применения датчиков – акселерометров.

Анализ источников информации. В работе [1] определено необходимое число датчиков и рассмотрены различные принципы их установки. Также определены методики определения ускорения центра тяжести для одиночного транспортного средства или трактора при его плоскопараллельном движении. Для реализации методики предложенной в работе [2 – 4] необходимым условием является определение ускорения центра масс всего агрегата (вне зависимости от количества составных звеньев) при его движении в трехмерном пространстве, что в свою очередь требует дальнейшего развития методик теоретической оценки полного ускорения агрегата.

Цель и постановка задачи. Целью работы является разработка методики теоретического определения вектора полного ускорения агрегата на основе полученных экспериментальным путем ускорений контрольных точек его составных звеньев при свободном расположении акселерометров.

Основная часть

Рассмотрим движение агрегата как движение системы двух абсолютно твердых тел, закрепленных на некотором расстоянии друг от друга стационарной связью. Примем, что данная динамическая система перемещается по отношению к неподвижной системе координат $Oxyz$, которая задана ортонормированным

базисом $O\vec{e}_1\vec{e}_2\vec{e}_3$. Для анализа кинематических и динамических характеристик данной системы примем допущения, которые позволят упростить как процесс составления, так и окончательный вид модели:

- остовы энергетического средства и сельскохозяйственной машины являются абсолютно твердыми телами, так как они представляют собой жесткие конструкции и их деформации пренебрежимо малы. Данное допущение не противоречит шестой аксиоме статике, которая утверждает про сохранность равновесия механической системы при «отвердении» ее элементов;

- связь между элементами системы является идеальной. Данное допущение хоть и имеет спорный характер, т.к. предполагает отсутствие зазоров, износов и деформаций в сочленениях, однако можно говорить о том, что его введение не изменяет характеристик движения системы в целом;

- рассматриваемая динамическая система имеет определенное количество степеней свободы;

- динамика агрегата исследуется на горизонтальной несущей поверхности, что позволяет сократить геометрическое истолкование модели;

- диссипация энергии внутри системы отсутствует. Данное допущение позволяет рассматривать динамическую систему как систему материальных точек и применять к ней все энергетические теоремы динамики без существенных ошибок.

И действительно, основная причина диссипации энергии – гистерезисные явления в контакте «шина-опорная поверхность». Т.к. данные явления характеризуют внутреннюю силу системы, то ее рассмотрение можно опустить.

Рассмотрим перемещение не всей системы целиком, а только ее пяти характерных точек – четырех точек установки датчиков ускорений и точки, определяющей центр масс данной системы. Обозначим каждый датчик соответствующим порядковым номером (считаем, что на тракторе и рабочей маши-

не установлено по два датчика), т.е. $i = 1 \dots k$, $k = 4$. Правильной установкой датчика будем считать такую, при которой «внутренняя» ось X датчика будет коллинеарна продольной оси трактора, ось Y – ортогональна оси X и направлена в сторону правого борта агрегата, а ось Z – вверх и перпендикулярна плоскости XY – рис. 1.

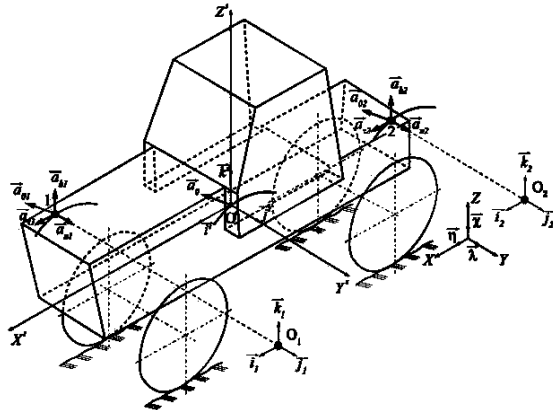


Рис. 1. Кинематическая модель движения тракторного агрегата

Установим в каждую точку i трактора естественный трехгранник таким образом, чтобы касательный вектор $\vec{\tau}$ совпадал с «внутренней» осью X датчика, нормальный вектор \vec{n} – с осью Y , а вектор бинормали \vec{b} – с осью Z . Тогда, при выполнении технологического процесса, и при нарушении прямолинейного движения агрегата, каждая i точка трактора ($i = 1, 2$) будет иметь ускорение:

$$\vec{a}_1 = \vec{a}_{01} + \vec{a}_1^n + \vec{a}_1^\tau + \vec{a}_1^b; \quad (1)$$

$$\vec{a}_2 = \vec{a}_{02} + \vec{a}_2^n + \vec{a}_2^\tau + \vec{a}_2^b, \quad (2)$$

где $\vec{a}_0 = \vec{a}_{01} = \vec{a}_{02}$ – ускорение поступательного движения центра вращения трактора – ускорение в поступательном движении точки неподвижного аксоида соответствующего датчика, являющейся мгновенным центром поворота трактора (точка O_1 для датчика 1 и точка O_1 для датчика 2). В неподвижной системе координат $Oxuz$ компоненты данного вектора определяются из зависимостей вида:

$$\vec{a}_{0x} = \frac{dv_{ц.т.}}{dt} \vec{\eta}; \quad \vec{a}_{0y} = \frac{dv_{ц.т.}}{dt} \vec{\lambda}; \quad \vec{a}_{0z} = \frac{dv_{ц.т.}}{dt} \vec{\chi}, \quad (3)$$

где $v_{ц.т.}$ – скорость поступательного движения центра тяжести трактора относительно неподвижной системы координат $Oxuz$.

Для определения остальных слагаемых, рассмотрим движение каждого датчика в пространстве по некоторой кривой как совокупность поступательного движения с ускорением \vec{a}_{0i} (здесь i – номер датчика) и вращательного движения с центром вращения в точке O_i в трех ортогональных плоскостях, определенных ортонормированным подвижным базисом $O'i'j'k'$, связанным с центром тяжести

трактора таким образом, что вектор абсцисс i' коллинеарен с вектором курсового направления движения трактора и расположен на продольной оси последнего, вектор ординат j' направлен в сторону правого борта агрегата, а вектор аппликат k' направлен в сторону, противоположную векторному произведению $i' \times j'$.

Рассмотрим соприкасающуюся плоскость, для которой вектора $\vec{a}_{n1}(\vec{a}_{n2})$ и $\vec{a}_{\tau1}(\vec{a}_{\tau2})$ являются компланарными. Данная плоскость является плоскостью, в которой вектора \vec{a}_{ni}^{copr} и $\vec{a}_{\tau i}^{copr}$ характеризуют плоскопараллельное движение трактора в его вращательном движении относительно оси, проходящей через центр поворота O_i ортогонально этой плоскости. Тогда, вектор $\vec{a}_{\tau i}^{copr}$ определяет вектор тангенциальной составляющей ускорения вращения каждого датчика в соприкасающейся плоскости. Поэтому, можем записать:

$$\vec{a}_{\tau 1}^{copr} = \vec{\xi}_1^{copr} \times \vec{r}_{01} = \begin{vmatrix} \vec{i}_1 & \vec{j}_1 & \vec{k}_1 \\ \xi_{1x}^{copr} & \xi_{1y}^{copr} & \xi_{1z}^{copr} \\ r_{01x} & r_{01y} & r_{01z} \end{vmatrix}; \quad (4)$$

$$\vec{a}_{\tau 2}^{copr} = \vec{\xi}_2^{copr} \times \vec{r}_{02} = \begin{vmatrix} \vec{i}_2 & \vec{j}_2 & \vec{k}_2 \\ \xi_{2x}^{copr} & \xi_{2y}^{copr} & \xi_{2z}^{copr} \\ r_{02x} & r_{02y} & r_{02z} \end{vmatrix}, \quad (5)$$

где ξ_{ix}^{copr} , ξ_{iy}^{copr} и ξ_{iz}^{copr} – проекции вектора углового ускорения датчика во вращательном движении относительно соответствующего центра поворота O_i в соприкасающейся плоскости; r_{0ix} , r_{0iy} и r_{0iz} – проекции радиус-вектора, проведенного из центра поворота O_i к соответствующему датчику.

Здесь проекции предполагаются определенными относительно осей системы координат, центр которой располагается в соответствующем центре поворота – базисы $O_1 i_1 j_1 k_1$ и $O_2 i_2 j_2 k_2$.

Модули данных векторов могут быть определены из соотношений вида:

$$a_{\tau 1}^{copr} = \xi_1^{copr} r_{01}; \quad a_{\tau 2}^{copr} = \xi_2^{copr} r_{02}, \quad (6)$$

где $\xi_i^{copr} = \sqrt{(\xi_{ix}^{copr})^2 + (\xi_{iy}^{copr})^2 + (\xi_{iz}^{copr})^2}$ – модуль вектора углового ускорения датчика при вращении в соприкасающейся плоскости.

Если принять, что трактор является абсолютно твердым телом, то можно говорить о том, что углы, описывающие положение трактора в пространстве относительно неподвижной системы координат $Oxuz$, соответствуют углам поворота в пространстве естественных трехгранников $\vec{\tau} \vec{n} \vec{b}$, связанных с датчиками ускорений, относительно ортогональных осей вращения, проходящих через центры O_i так, что направление каждой оси определяется базисами $O_1 i_1 j_1 k_1$ и

$O_2 i_2 j_2 k_2$. Т.е., зная курсовой угол ψ , угол крена θ и дифферента γ остова трактора, можем определить компоненты вектора углового ускорения в виде:

$$\begin{aligned} \bar{\xi}_{ix}^{\text{comp}} = (1 - \cos \theta) \left(\bar{i}_i \times \frac{d^2 \bar{i}_i}{dt^2} \right) + \frac{d\theta}{dt} (1 + \cos \theta) \frac{d\bar{i}_i}{dt} + \\ + \frac{d\theta}{dt} \sin \theta \left(\bar{i}_i \times \frac{d\bar{i}_i}{dt} \right) + \sin \theta \frac{d^2 \bar{i}_i}{dt^2} + \frac{d^2 \theta}{dt^2} \bar{i}_i; \end{aligned} \quad (7)$$

$$\begin{aligned} \bar{\xi}_{iy}^{\text{comp}} = (1 - \cos \gamma) \left(\bar{j}_j \times \frac{d^2 \bar{j}_j}{dt^2} \right) + \frac{d\gamma}{dt} (1 + \cos \gamma) \frac{d\bar{j}_j}{dt} + \\ + \frac{d\gamma}{dt} \sin \gamma \left(\bar{j}_j \times \frac{d\bar{j}_j}{dt} \right) + \sin \gamma \frac{d^2 \bar{j}_j}{dt^2} + \frac{d^2 \gamma}{dt^2} \bar{j}_j; \end{aligned} \quad (8)$$

$$\begin{aligned} \bar{\xi}_{iz}^{\text{comp}} = (1 - \cos \psi) \left(\bar{k}_k \times \frac{d^2 \bar{k}_k}{dt^2} \right) + \frac{d\psi}{dt} (1 + \cos \psi) \frac{d\bar{k}_k}{dt} + \\ + \frac{d\psi}{dt} \sin \psi \left(\bar{k}_k \times \frac{d\bar{k}_k}{dt} \right) + \sin \psi \frac{d^2 \bar{k}_k}{dt^2} + \frac{d^2 \psi}{dt^2} \bar{k}_k. \end{aligned} \quad (9)$$

С учетом расположения координатных осей, модули данных векторов и будут проекциями вектора углового ускорения $\bar{\xi}_i^{\text{comp}}$ датчика во вращательном движении относительно соответствующего центра поворота O_i . Кроме того, необходимо заметить, что значения данных компонент будут одинаковы для любой точки трактора при выполнении допущения о абсолютной твердости остова последнего и представляют собой угловое ускорение вращательного движения трактора в целом.

В соприкасающейся плоскости вектор \bar{a}_{ni} определит вектор нормальной составляющей ускорения вращения каждого датчика. Тогда получим:

$$\bar{a}_{n1}^{\text{comp}} = \bar{\omega}_1^{\text{comp}} \times A_{n1} \quad \text{и} \quad \bar{a}_{n2}^{\text{comp}} = \bar{\omega}_2^{\text{comp}} \times A_{n2}, \quad (10)$$

где A_{n1} и A_{n2} – детерминанты вида:

$$A_{n1} = \bar{\omega}_1^{\text{comp}} \times \bar{r}_{01} = \begin{vmatrix} \bar{i}_1 & \bar{j}_1 & \bar{k}_1 \\ \omega_{1x}^{\text{comp}} & \omega_{1y}^{\text{comp}} & \omega_{1z}^{\text{comp}} \\ r_{01x} & r_{01y} & r_{01z} \end{vmatrix}, \quad (11)$$

$$A_{n2} = \bar{\omega}_2^{\text{comp}} \times \bar{r}_{02} = \begin{vmatrix} \bar{i}_2 & \bar{j}_2 & \bar{k}_2 \\ \omega_{2x}^{\text{comp}} & \omega_{2y}^{\text{comp}} & \omega_{2z}^{\text{comp}} \\ r_{02x} & r_{02y} & r_{02z} \end{vmatrix}. \quad (12)$$

где $\omega_{ix}^{\text{comp}}$, $\omega_{iy}^{\text{comp}}$ и $\omega_{iz}^{\text{comp}}$ – проекции вектора угловой скорости датчика во вращательном движении относительно соответствующего центра O_i в соприкасающейся плоскости на оси координат, определенные базисами $O_i i_i j_i k_i$. Тогда модули данных векторов:

$$a_{n1}^{\text{comp}} = (\omega_1^{\text{comp}})^2 r_{01} \quad \text{и} \quad a_{n2}^{\text{comp}} = (\omega_2^{\text{comp}})^2 r_{02}, \quad (13)$$

где $\omega_i^{\text{comp}} = \sqrt{(\omega_{ix}^{\text{comp}})^2 + (\omega_{iy}^{\text{comp}})^2 + (\omega_{iz}^{\text{comp}})^2}$ – модуль вектора угловой скорости вращения датчика в соприкасающейся плоскости, компоненты которого

в базисах $O_i i_i j_i k_i$ определяются из выражений вида:

$$\bar{\omega}_{ix}^{\text{comp}} = \bar{i}_i \frac{d\theta}{dt} + \frac{d\bar{i}_i}{dt} \sin \theta + \bar{i}_i \times \bar{i}_i (1 - \cos \theta); \quad (14)$$

$$\bar{\omega}_{iy}^{\text{comp}} = \bar{j}_j \frac{d\gamma}{dt} + \frac{d\bar{j}_j}{dt} \sin \gamma + \bar{j}_j \times \bar{j}_j (1 - \cos \gamma); \quad (15)$$

$$\bar{\omega}_{iz}^{\text{comp}} = \bar{k}_k \frac{d\psi}{dt} + \frac{d\bar{k}_k}{dt} \sin \psi + \bar{k}_k \times \bar{k}_k (1 - \cos \psi). \quad (16)$$

Рассмотрим спрямляющую плоскость. Для данной плоскости компланарными будут вектора \bar{a}_{b1} (\bar{a}_{b2}) и \bar{a}_{t1} (\bar{a}_{t2}). Данная плоскость является плоскостью, в которой вектора $\bar{a}_{bi}^{\text{comp}}$ и $\bar{a}_{ti}^{\text{comp}}$ характеризуют плоскопараллельное движение трактора в его вращательном движении относительно оси, проходящей через центр поворота O_i ортогонально этой плоскости. Вектор $\bar{a}_{ti}^{\text{comp}}$ – вектор тангенциальной составляющей ускорения вращения каждого датчика в спрямляющей плоскости. Поэтому:

$$\bar{a}_{t1}^{\text{comp}} = \bar{\xi}_1^{\text{comp}} \times \bar{r}_{01} = \begin{vmatrix} \bar{i}_1 & \bar{j}_1 & \bar{k}_1 \\ \xi_{1x}^{\text{comp}} & \xi_{1y}^{\text{comp}} & \xi_{1z}^{\text{comp}} \\ r_{01x} & r_{01y} & r_{01z} \end{vmatrix}; \quad (17)$$

$$\bar{a}_{t2}^{\text{comp}} = \bar{\xi}_2^{\text{comp}} \times \bar{r}_{02} = \begin{vmatrix} \bar{i}_2 & \bar{j}_2 & \bar{k}_2 \\ \xi_{2x}^{\text{comp}} & \xi_{2y}^{\text{comp}} & \xi_{2z}^{\text{comp}} \\ r_{02x} & r_{02y} & r_{02z} \end{vmatrix}, \quad (18)$$

где ξ_{ix}^{comp} , ξ_{iy}^{comp} и ξ_{iz}^{comp} – проекции вектора углового ускорения датчика во вращательном движении относительно соответствующего центра поворота O_i в спрямляющей плоскости.

Компоненты, модули которых равны данным проекциям определяются из зависимостей (7) – (9).

Для данной плоскости вектор \bar{a}_{bi} определит вектор нормальной составляющей ускорения вращения каждого датчика. Тогда:

$$\bar{a}_{b1}^{\text{comp}} = \bar{\omega}_1^{\text{comp}} \times B_{b1} \quad \text{и} \quad \bar{a}_{b2}^{\text{comp}} = \bar{\omega}_2^{\text{comp}} \times B_{b2}, \quad (19)$$

где B_{b1} и B_{b2} – детерминанты вида:

$$B_{b1} = \bar{\omega}_1^{\text{comp}} \times \bar{r}_{01} = \begin{vmatrix} \bar{i}_1 & \bar{j}_1 & \bar{k}_1 \\ \omega_{1x}^{\text{comp}} & \omega_{1y}^{\text{comp}} & \omega_{1z}^{\text{comp}} \\ r_{01x} & r_{01y} & r_{01z} \end{vmatrix}, \quad (20)$$

$$B_{b2} = \bar{\omega}_2^{\text{comp}} \times \bar{r}_{02} = \begin{vmatrix} \bar{i}_2 & \bar{j}_2 & \bar{k}_2 \\ \omega_{2x}^{\text{comp}} & \omega_{2y}^{\text{comp}} & \omega_{2z}^{\text{comp}} \\ r_{02x} & r_{02y} & r_{02z} \end{vmatrix}. \quad (21)$$

где $\omega_{ix}^{\text{comp}}$, $\omega_{iy}^{\text{comp}}$ и $\omega_{iz}^{\text{comp}}$ – проекции вектора угловой скорости датчика во вращательном движении относительно центра O_i в спрямляющей плоскости.

Компоненты, модули которых равны соответствующим проекциям, определяются из зависимостей

(14) – (16). Для плоскості, в якій вектори \vec{a}_{b1} (\vec{a}_{b2}) і $\vec{a}_{п1}$ ($\vec{a}_{п2}$) являються компланарними – нормальна плоскість – можна говорити про те, що вектори $\vec{a}_{b1}^{\text{норм}}$ і $\vec{a}_{п1}^{\text{норм}}$ характеризують плоскопаралельне рух трактора в його вращательному русі відносно осі, що проходить через центр повороту O_1 ортогонально нормальній плоскості. Вектор тангенціальної складової прискорення обертання кожного датчика в нормальній плоскості – вектор $\vec{a}_{b1}^{\text{норм}}$ – визначиться з залежності:

$$\vec{a}_{b1}^{\text{норм}} = \vec{\xi}_1^{\text{норм}} \times \vec{r}_{01} = \begin{vmatrix} \vec{i}_1 & \vec{j}_1 & \vec{k}_1 \\ \xi_{1x}^{\text{норм}} & \xi_{1y}^{\text{норм}} & \xi_{1z}^{\text{норм}} \\ r_{01x} & r_{01y} & r_{01z} \end{vmatrix}; \quad (22)$$

$$\vec{a}_{b2}^{\text{норм}} = \vec{\xi}_2^{\text{норм}} \times \vec{r}_{02} = \begin{vmatrix} \vec{i}_2 & \vec{j}_2 & \vec{k}_2 \\ \xi_{2x}^{\text{норм}} & \xi_{2y}^{\text{норм}} & \xi_{2z}^{\text{норм}} \\ r_{02x} & r_{02y} & r_{02z} \end{vmatrix}, \quad (23)$$

де $\xi_{ix}^{\text{норм}}$, $\xi_{iy}^{\text{норм}}$ і $\xi_{iz}^{\text{норм}}$ – проекції вектора кулового прискорення датчика в вращательному русі відносно відповідного центру повороту O_i в нормальній плоскості.

Компоненти, модулі яких рівні даним проекціям визначаються з залежностей (7) – (9).

Для даної плоскості вектор $\vec{a}_{п1}$ визначить вектор нормальній складової прискорення обертання кожного датчика. Тоді:

$$\vec{a}_{п1}^{\text{норм}} = \vec{\omega}_1^{\text{норм}} \times C_{п1} \quad \text{і} \quad \vec{a}_{п2}^{\text{норм}} = \vec{\omega}_2^{\text{норм}} \times C_{п2}, \quad (24)$$

де $C_{п1}$ і $C_{п2}$ – детермінанти виду:

$$C_{п1} = \vec{\omega}_1^{\text{норм}} \times \vec{r}_{01} = \begin{vmatrix} \vec{i}_1 & \vec{j}_1 & \vec{k}_1 \\ \omega_{1x}^{\text{норм}} & \omega_{1y}^{\text{норм}} & \omega_{1z}^{\text{норм}} \\ r_{01x} & r_{01y} & r_{01z} \end{vmatrix}, \quad (25)$$

$$C_{п2} = \vec{\omega}_2^{\text{норм}} \times \vec{r}_{02} = \begin{vmatrix} \vec{i}_2 & \vec{j}_2 & \vec{k}_2 \\ \omega_{2x}^{\text{норм}} & \omega_{2y}^{\text{норм}} & \omega_{2z}^{\text{норм}} \\ r_{02x} & r_{02y} & r_{02z} \end{vmatrix}. \quad (26)$$

де $\omega_{ix}^{\text{норм}}$, $\omega_{iy}^{\text{норм}}$ і $\omega_{iz}^{\text{норм}}$ – проекції вектора кулової швидкості датчика в вращательному русі відносно відповідного центру O_i в нормальній плоскості. Компоненти, модулі яких рівні відповідним проекціям, визначаються з залежностей (14) – (16).

Вывод

Таким чином, розглядаючи суперпозицію розглянутих обертань можна говорити про те, що трактор виконує в просторі складне рух, яке є сукупністю поступального руху його центру ваги і вращательного руху всього трактора навколо миттєвої нерухомої осі обертання або навколо однієї нерухомої точки.

Список литературы

1. Метод парціальних прискорень і його застосування в динаміці мобільних машин / Н.П. Артемов, А.Т. Лебедев, М.А. Подригало, А.С. Полянский, Д.М. Клець, А.И. Коробко, В.В. Задорожня – Х.: Миськдрук, 2012. – 220 с.

2. Оцінка додаткових енергетических втрат при установившемся режимі руху транспортно-тягових машин / М.А. Подригало, Н.П. Артемов, Д.В. Абрамов, М.Л. Шуляк // Механіка та машинобудування «ХПІ». – Харків: ХПІ, 2015. – Вип. № 9. – С. 98 – 107.

3. Оцінка функціонування сільськогосподарського агрегату за динамічними критеріями / М.Л. Шуляк, А.Т. Лебедев, М.П. Артьомов, С.І. Калінін // Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів – 2016. – № 4. – С. 218 – 226.

4. Шуляк М.Л. Область функціонування машинотракторного агрегату, що апроксимована поверхнею другого порядку / М.Л. Шуляк // Технічні науки: зб. наук. праць ВНАУ. – Вінниця: ВНАУ, 2016. – Вип. 1(93), т. 1. – С. 28 – 31.

Надійшла до редколегії 6.05.2016

Рецензент: д-р техн. наук, проф. А.Т. Лебедев, Харківський національний технічний університет сільськогосподарства ім. П. Василенка, Харків.

ВИЗНАЧЕННЯ ВЕКТОРА ПОВНОГО ПРИСКОРЕННЯ АГРЕГАТУ НА ОСНОВІ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ПРИСКОРЕННЯ ЙОГО СКЛАДЕНИХ ЛАНОК

М.Л. Шуляк

Визначення динамічних втрат потужності в режимі сталого руху, є актуальною науковою задачею. Одним з найбільш прийнятних для моніторингу параметрів є прискорення агрегату, так як його визначення експериментальним шляхом, останнім часом спростилося, внаслідок застосування датчиків – акселерометрів. В роботі розроблена методика теоретичного визначення вектора повного прискорення агрегату на основі отриманих експериментальним шляхом прискорень контрольних точок його складових ланок при вільному розташуванні акселерометрів.

Ключові слова: трактор, центр мас, прискорення, динаміка агрегату.

DETERMINATION VECTOR OF FULL ACCELERATION UNIT BASED ON EXPERIMENTAL ACCELERATE ITS CONSTITUTING UNITS

M.L. Shulyak

Determination of the dynamic power losses in the mode of steady motion is urgent scientific challenge. One of the most suitable parameters for monitoring is the acceleration of the tractor, since its definition by experiment, recently simplified, due to the use of sensors-accelerometers. In this work developed a technique of theoretical determining of vector of unit's complete acceleration based on experimentally obtained acceleration control points of its constituent units at a free location accelerometers.

Keywords: tractor, center of mass, acceleration, dynamics unit.