

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОЛЕБАНИЙ ВЕРХНЕЙ ВЕТВИ РЕЗИНОАРМИРОВАННОЙ ГУСЕНИЦЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ТРАКТОРА

Ч.И. Жданович,

доцент каф. «Тракторы» БНТУ, канд. техн. наук, доцент

В.Н. Плищ,

ст. преподаватель каф. «Тракторы» БНТУ

*Приведены результаты экспериментальных исследований колебаний верхней ветви резиноармированной гусеницы сельскохозяйственного трактора. Разработаны измерительный комплекс и методика определения ее собственной частоты колебаний в пролете между поддерживающими катками трактора. Исследовано влияние натяжения гусеницы на частоту собственных колебаний верхней ветви обвода. Проведена статистическая обработка результатов экспериментальных исследований и выполнено сравнение их с расчетными данными.*

*Ключевые слова:* гусеничный трактор, резиноармированная гусеница, натяжение гусеницы, верхняя ветвь, собственная частота колебаний, измерительный комплекс.

*The experimental studies of the upper branch vibrations of the rubber-reinforced track in an agricultural tractor have been carried out. The measuring complex and the method for determining the natural oscillation frequency in the span between the supporting rollers of the tractor have been developed. The influence of the track tensioning on the frequency of natural oscillations of the upper branch of the bypass has been investigated. The statistical processing of the experimental data was carried out and the comparison of the results with the calculated data was carried out.*

*Key words:* tracked tractor, rubber-reinforced track, track tensioning, upper branch, natural oscillation frequency, measuring complex.

### Введение

При проектировании ходовой части трактора важно обеспечить такие характеристики гусеничного обвода, как колебательные системы, при которых исключалось бы возникновение колебаний ветвей со значительной амплитудой [1, с. 83]. В настоящее время на сельскохозяйственных тракторах «БЕЛАРУС» применяются резиноармированные гусеницы (РАГ) различных конструкций: «БЕЛАРУС» 1802 – 470x125x73, «БЕЛАРУС» 2102 – 500x133x68 и «БЕЛАРУС» 2103 – 500x158x58 [2]. Для определения резонансных режимов колебаний верхней ветви обвода трактора с такими РАГ, выбора количества и расположения поддерживающих катков необходимо знать частоту ее собственных колебаний. В работе [3] получено аналитическое выражение для определения собственной частоты колебаний РАГ ( $\omega_{\text{вк}}$ , рад/с) в пролете между поддерживающими катками длиной  $l$ , м:

$$\omega_{\text{вк}} = \frac{k\pi}{l} \sqrt{\frac{gF}{q}}, \quad (1)$$

где  $k$  – форма колебаний ( $k = 1, 2, 3, \dots, \infty$ ).

$g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;

$F$  – усилие, растягивающее гусеницу, Н;

$q$  – вес единицы длины РАГ, Н/м;

Аналитическое выражение (1) требует экспериментальной проверки. В литературе известны результаты экспериментальных исследований для ленточных гусениц, применяемых на гусеничных машинах [1, с. 80]. РАГ сельскохозяйственных тракторов отличаются от ленточных гусениц наличием металлических закладных элементов, завулканизованных в гусеницу. Наличие таких конструктивных особенностей потребовало проведения экспериментальных исследований по определению собственной частоты поперечных (в вертикальной плоскости) колебаний РАГ в верхней ветви гусеничного движителя для подтверждения аналитической зависимости.

Цель настоящей работы – экспериментальные исследования колебаний верхней ветви РАГ конструкции 470x125x73 трактора «БЕЛАРУС» 1802 [4] в пролете между поддерживающими катками и их сравнение с расчетными значениями, полученными с использованием аналитической зависимости (1).

### Основная часть

#### Измерительный комплекс и методика проведения эксперимента по определению собственной частоты колебаний РАГ

Согласно зависимости (1), для определения  $\omega_{\text{вк}}$  необходимо знать  $F$ ,  $l$  и  $q$ . Вес единицы длины РАГ 470x125x73 трактора «БЕЛАРУС» 1802 составляет

626,5 Н/м [2], длина пролета между поддерживающими катками – 1,1 м. Для измерения растягивающих усилий в металлических гусеницах применяют тензометрические узлы, состоящие из двух специальных звеньев и тензометрического пальца с наклеенными на него тензодатчиками и соединяющего два эти звена [5]. Однако РАГ имеет неразборную конструкцию и напрямую замерить растягивающие усилия не представляется возможным. Поэтому оценка растягивающих усилий в РАГ проводилась расчетно-экспериментальным способом. Для этого в среде MSC ADAMS была разработана модель механизма натяжения РАГ [6]. Задавая в качестве исходных данных давление жидкости в гидроцилиндре механизма натяжения и угол отклонения кривошипа механизма натяжения в вертикальной плоскости, определялось усилие, растягивающее РАГ. Для определения собственной частоты 1-й формы поперечных колебаний (k = 1) РАГ при соответствующих растягивающих усилиях необходимо знать процесс перемещения РАГ в середине пролета между поддерживающими катками в вертикальной плоскости.

Таким образом, для определения собственной частоты 1-й формы поперечных колебаний РАГ при проведении испытаний необходимо в реальном времени определять следующие параметры:

- давление жидкости в гидроцилиндре механизма натяжения;
- угол отклонения кривошипа механизма натяжения в вертикальной плоскости;
- перемещение РАГ в середине пролета между поддерживающими катками.

Для решения поставленной задачи был разработан измерительный комплекс. В состав комплекса, кроме объекта исследований, вошли:

1. Мобильный компьютер с программным обеспечением CATMAN-Express (HBM, Германия);

2. Четырехканальный цифровой универсальный измерительный усилитель несущей частоты (4,8 кГц) Spider 8 (HBM, Германия);

3. Потенциометрический датчик линейного перемещения LWH-0250 (Novotechnik, Германия). Диапазон измерения от 0,01 до 0,25 м;

4. Датчик абсолютного давления K-P8AP-231-13-A5 (HBM, Германия). Диапазон измерения от 0 до  $20 \times 10^6$  Па;

5. Аналоговый датчик угла VX22 (Novotechnik, Германия). Диапазон измерения от 0 до 360 градусов.

Функциональная схема измерительного комплекса представлена на рисунке 1.

На основе функциональной схемы (рис. 1) разработана конструктивная схема измерительного комплекса (рис. 2). На гусеничном тракторе 1 был установлен комплект аппаратуры измерительного комплекса: мобильный компьютер с программным обеспечением CATMAN-Express – 2; цифровой мобильный измерительный усилитель Spider 8 – 3; потенциометрический датчик линейного перемещения LWH-0250 – 4; датчик абсолютного давления K-P8AP-231-13-A5 – 5; аналоговый датчик угла VX22 – 6.

Мобильный компьютер с программным обеспечением CATMAN-Express и цифровой мобильный измерительный усилитель Spider 8 были установлены в кабине гусеничного трактора «БЕЛАРУС» 1802 (рис. 3).

Потенциометрический датчик линейного перемещения LWH-0250 корпусом жестко крепился к остоу трактора 1, а штоком (подвижной частью) опирался через металлическую пластину на РАГ 7 в середине пролета между поддерживающими катками 8 (рис. 2). Установка датчика показана на рисунке 4. Датчик перемещения фиксировал перемещение РАГ в середине пролета между поддерживающими катками  $l/2$ , м при возбуждении свободных поперечных колебаний 1-й формы в вертикальной плоскости по оси Y (рис. 2).

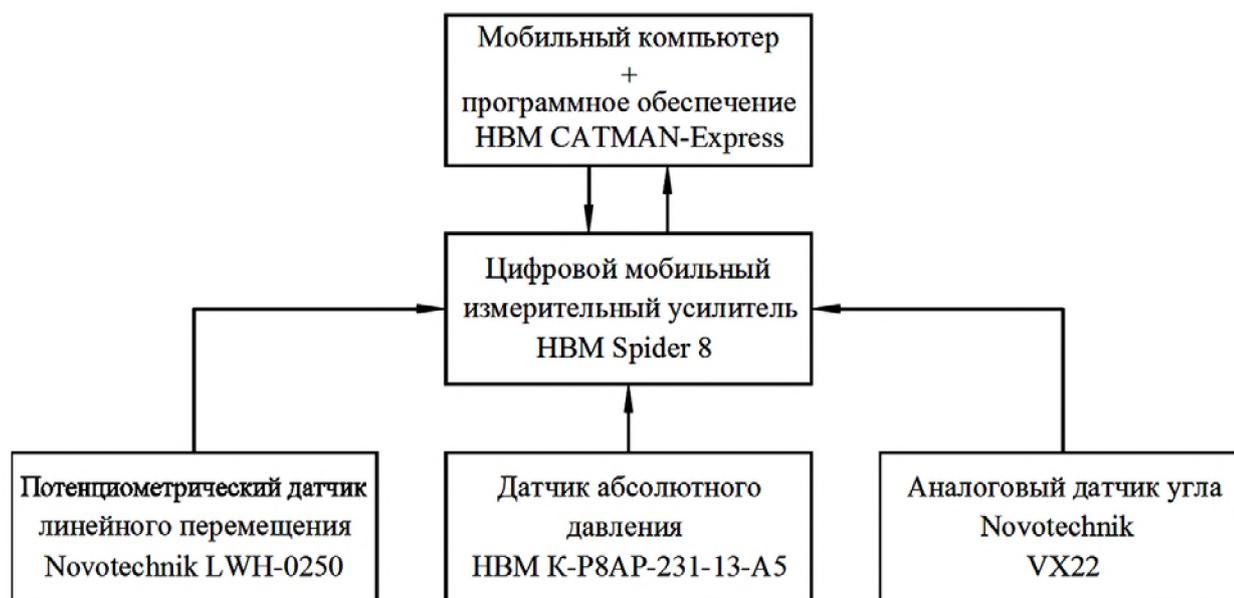


Рисунок 1. Функциональная схема измерительного комплекса

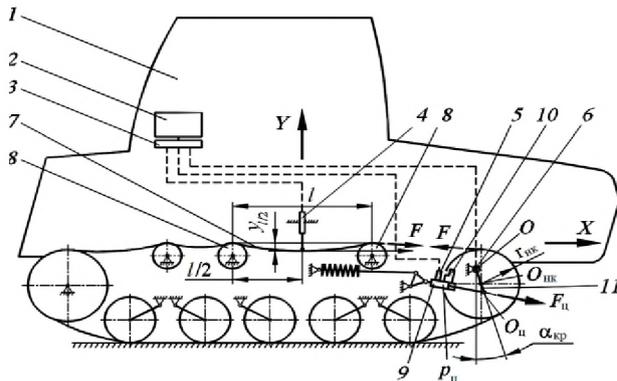


Рисунок 2. Конструктивная схема измерительного комплекса

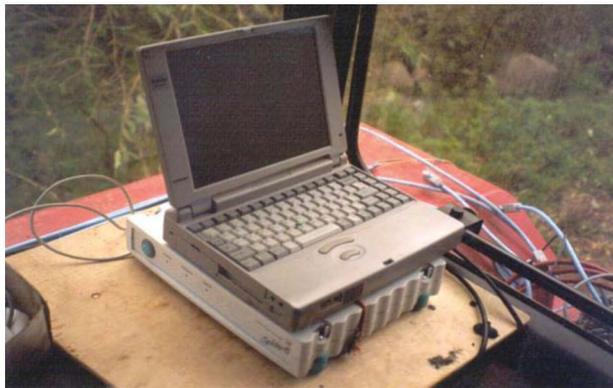


Рисунок 3. Установка мобильного компьютера с программным обеспечением CATMAN-Express и цифрового мобильного измерительного усилителя Spider 5 в кабине гусеничного трактора «БЕЛАРУС» 1802

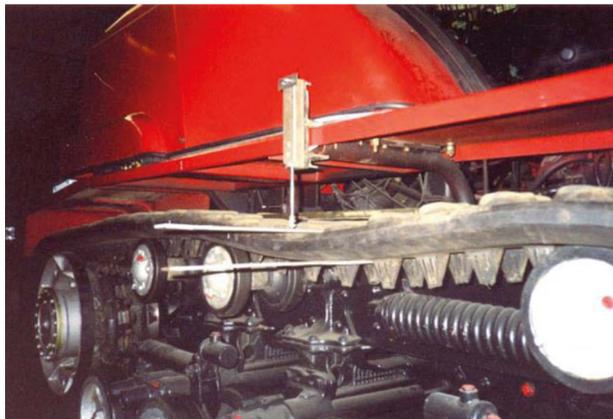


Рисунок 4. Установка потенциометрического датчика линейного перемещения LWH-0250 на гусеничном тракторе «БЕЛАРУС» 1802

Датчик абсолютного давления К-Р8АР-231-13-А5 располагался на гидроцилиндре механизма натяжения 9 (рис. 2). Гидросистема механизма натяжения РАГ заправлялась гидравлическим маслом АМГ-10. Запирание рабочей жидкости в гидроцилиндре проводилось с помощью гидравлического одностороннего замка ГА113 10 (рис. 2). Управление натяжением РАГ проводилось от гидросистемы трактора. Установка датчика давления и гидрозамка на гидроцилиндре ме-

ханизма натяжения приведена на рисунке 5. К гидроцилиндру механизма натяжения 1 крепился гидрозамок 2 с помощью кронштейна 3 и фиксаторов 4. Управление гидрозамком осуществлялось из кабины трактора с помощью рукоятки гидрораспределителя. Гидрозамок с гидроцилиндром соединялся металлическим трубопроводом 5 высокого давления. Через переходник 6 на гидроцилиндр механизма натяжения устанавливался датчик давления 7. Установка датчика давления проводилась вместо предохранительного клапана. Датчик давления фиксировал давление  $p_{II}$ . Па в гидроцилиндре механизма натяжения (рис. 2).

Аналоговый датчик угла VX22 располагался на оси вращения кривошипа в лонжероне рамы трактора в точке O (рис. 2). Для установки датчика угла была разработана конструкция переходного звена (рис. 6). Датчик угла 1 корпусом вставлялся неподвижно во внутреннюю цилиндрическую часть кронштейна 2 и фиксировался в нем крышкой 3 и запорным кольцом 4. Кронштейн 2 соединялся с рамой трактора. Подвижная часть датчика угла 1 соединялась жестко через переходные кронштейны 5 и 6 с кривошипом 7. Датчик угла фиксировал угол отклонения кривошипа 11 ( $\alpha_{кр}$ , град.) от вертикальной оси (рис. 2).

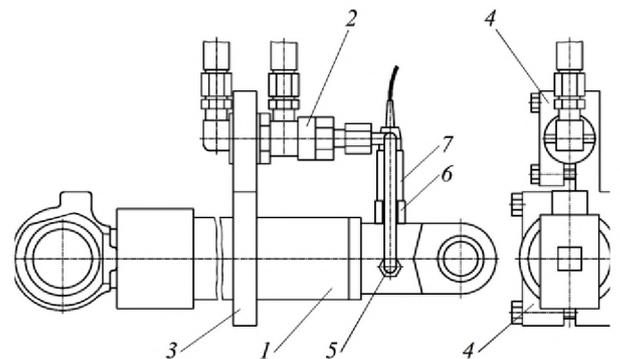


Рисунок 5. Установка датчика абсолютного давления К-Р8АР-231-13-А5 на гусеничном тракторе «БЕЛАРУС» 1802

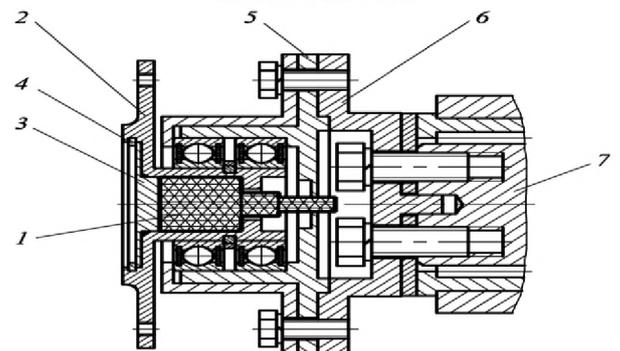


Рисунок 6. Установка аналогового датчика угла VX22 на гусеничном тракторе «БЕЛАРУС» 1802

Испытания проводились на ровной горизонтальной поверхности при температуре окружающей среды 18 °С. Процесс в реальном времени по всем измеряемым параметрам записывался в память компьютера с шагом 0,0025 с. В гидроцилиндр механизма

натяжения 9 подавалась рабочая жидкость и создавалось давление в нем  $p_{ц}$  (рис. 2). В работе [7] установлено, что усилие в верхней ветви изменяется от своего минимального значения, определяемого устойчивостью РАГ на ведущем колесе до предварительного статического натяжения. Поэтому величина  $p_{ц}$  находилась в диапазоне возникающих в свободной ветви обвода соответствующих натяжений в эксплуатационных режимах работы трактора, не превышала предварительного статического натяжения и задавалась ступенчато с интервалом  $2 \times 10^6$  Па. Величина предварительного статического натяжения для трактора «БЕЛАРУС» 1802 приведена в источнике [2]. Опыты проводились при значениях  $p_{ц}$  равных  $6 \times 10^6$  Па,  $8 \times 10^6$ ,  $10 \times 10^6$ ,  $12 \times 10^6$ ,  $14 \times 10^6$ ,  $16 \times 10^6$  и  $18 \times 10^6$  Па. Одновременно фиксировался угол отклонения кривошипа  $\alpha_{кр}$  от вертикальной оси (рис. 2). Далее проводилась выдержка (300 с) для стабилизации деформаций в резиновых слоях РАГ, определялось растягивающее усилие РАГ согласно [6], с учетом конструктивных параметров механизма натяжения трактора «БЕЛАРУС» 1802 и угла отклонения кривошипа  $\alpha_{кр}$  от вертикальной оси. Усилие  $F_{ц}$ , Н, создаваемое гидроцилиндром механизма натяжения, определялось по известной зависимости (рис. 2):

$$F_{ц} = p_{ц} \frac{\pi d_{ц}^2}{4}, \quad (2)$$

где  $d_{ц}$  – внутренний диаметр гидроцилиндра механизма натяжения, м.

Значениям  $p_{ц}$  равным  $6 \times 10^6$ ,  $8 \times 10^6$ ,  $10 \times 10^6$ ,  $12 \times 10^6$ ,  $14 \times 10^6$ ,  $16 \times 10^6$  и  $18 \times 10^6$  Па при установившихся значениях угла положения кривошипа соответствовали значения растягивающих усилий РАГ: 5000, 6600, 8200, 9800, 11400, 13000 и 14600 Н. Затем возбуждались свободные колебания 1-й формы в середине пролета между поддерживающими катками 8 РАГ 7 (рис. 2). Датчик линейного перемещения 4 записывал процесс колебаний в функции времени на мобильный компьютер 2 (рис. 2).

Для определения числа повторностей  $N$  опытов при каждом значении усилия в РАГ рассмотрим решение задачи планирования эксперимента при построении интервальных оценок. Для этого случая выражение для определения  $N$  имеет вид [8, с. 75]:

$$N \geq \left( \frac{U_{\alpha=q/2}}{\varepsilon_{доп}} \right)^2, \quad (3)$$

где  $U_{\alpha=q/2}$  – значение нормированного нормального распределения при соответствующей  $\alpha$ ;  
 $q$  – уровень значимости;  
 $\varepsilon_{доп}$  – предельно допустимая относительная погрешность;

Практический опыт показывает, что чаще всего используется значение доверительной вероятности  $p = 0,95$  [8, с. 70]. Уровень значимости определится выражением [8, с. 69]:

$$q = 1 - p. \quad (4)$$

Согласно выражению (4),  $q = 0,05$ . Тогда  $U_{\alpha=q/2} = U_{\alpha=0,025} = 1,96$  [8, с. 290].

В источнике [9, с. 90] отмечено, что наибольшее отклонение в работающих реальных колебательных системах допускается 10-30 %. На основании этого примем, что  $\varepsilon_{доп} = 0,3$ . Подставив числовые значения в выражение (3), найдем  $N \geq 42,684$ . На основании этого примем, что повторность каждого опыта  $N = 43$ .

### Результаты экспериментальных исследований колебаний верхней ветви РАГ

Осциллограмма колебаний РАГ в середине пролета между поддерживающими катками при натяжении 13000 Н приведена на рисунке 7.

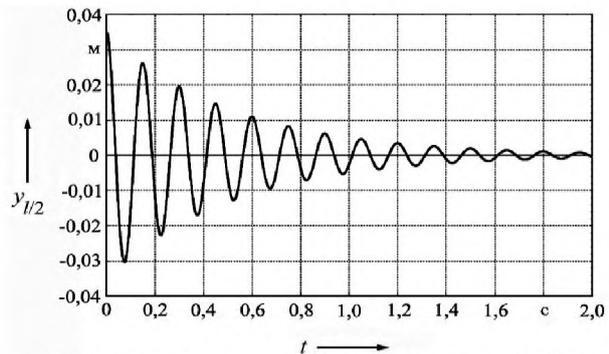


Рисунок 7. Процесс свободных колебаний РАГ ( $F = 13000$  Н;  $l = 1,1$  м;  $q = 626,5$  Н/м;  $k = 1$ )

У трактора «БЕЛАРУС» 1802 диаметр  $d_{ц}$  составляет 0,05 м, радиус направляющего колеса  $r_{нк}$  равен 0,3 м, радиус качания кривошипа по оси направляющего колеса  $OO_{нк} = 0,15$  м, радиус качания кривошипа по оси проушины гидроцилиндра механизма натяжения  $OO_{ц} = 0,185$  м (рис. 2). Зная в любой момент времени усилие  $F_{ц}$  (рис. 2) (2) и угол отклонения кривошипа  $\alpha_{кр}$  и используя методику [6], определялось усилие в гусенице  $F$ , Н (рис. 2).

Параметры процесса свободных колебаний будем определять на основании хорошо известной теории свободных колебаний системы с одной степенью свободы [10, с. 52]. Период свободных затухающих колебаний ( $T$ , с) представляет промежуток времени между двумя последовательными прохождениями точки в одном направлении через положение покоя участка РАГ между поддерживающими катками [11, с. 439] и рассчитывался как среднее значение длительности 9-10 полных колебаний. Декремент колебаний  $D$  определялся по 6-7 полным колебаниям РАГ [12, с. 293]:

$$D = \frac{1}{2m} \left( \sum_{n=1}^m \frac{A_n}{A_{n+1}} + \sum_{n=1}^m \frac{A'_n}{A'_{n+1}} \right), \quad (5)$$

где  $m$  – число полных колебаний;

$\frac{A_n}{A_{n+1}}$ ,  $\frac{A'_n}{A'_{n+1}}$  – отношения верхних и нижних амплитуд последовательных периодов колебаний соответственно [12, с. 293].

В результате обработки осциллограмм колебаний РАГ относительно положения статического равновесия получалось два параметра –  $T$  и  $D$  (5). Частота свободных колебаний РАГ 1-й формы ( $\omega_{B1}$ , рад/с) определялась с использованием зависимости [11, с. 437-442]:

$$\omega_{B1} = \sqrt{\omega_T^2 + n^2},$$

где  $\omega_T$  – частота свободных затухающих колебаний РАГ, рад/с;

$$\omega_T = \frac{2\pi}{T};$$

$n$  – коэффициент затухания, рад/с;

$$n = \frac{\ln D}{T}.$$

В качестве оценки математического ожидания ( $m_{\omega_{B1}}$ , рад/с) частоты свободных колебаний РАГ 1-й формы в середине пролета между поддерживающими катками будем использовать среднее значение каждого опыта ( $\bar{\omega}_{B1}$ , рад/с) [8, с. 54]:

$$\bar{\omega}_{B1} = \frac{\sum_{i=1}^N \omega_{B1i}}{N}. \quad (6)$$

Результаты определения  $\bar{\omega}_{B1}$  по экспериментальным данным согласно выражению (6) приведены в таблице 1.

Если дисперсия совокупности неизвестна, для выяснения вероятностных свойств выборочного математического ожидания  $\bar{\omega}_{B1}$  применяется распределение Стьюдента [8, с. 64]. В этом случае доверительные интервалы для основных параметров нормальных распределений определяются выражением [8, с. 73]:

$$\bar{\omega}_{B1} - t_{N-1, \alpha=q/2} \left( \frac{S_{\omega_{B1}}}{\sqrt{N}} \right) \leq m_{\omega_{B1}} \leq \bar{\omega}_{B1} + t_{N-1, \alpha=q/2} \left( \frac{S_{\omega_{B1}}}{\sqrt{N}} \right),$$

где  $t_{N-1, \alpha=q/2}$  – распределение Стьюдента;

$S_{\omega_{B1}}$  – среднее квадратичное отклонение случайной величины  $\omega_{B1}$ , рад/с [8, с. 27; 57];

$$S_{\omega_{B1}} = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (\omega_{B1i} - \bar{\omega}_{B1})^2}.$$

**Таблица 1. Результаты определения среднего значения каждого опыта  $\bar{\omega}_{B1}$**

Номер опыта	1	2	3	4	5	6	7
$F$ , Н	5000	6600	8200	9800	11400	13000	14600
$\bar{\omega}_{B1}$ , рад/с	26,933	30,490	33,674	36,582	39,275	41,795	44,171

Следовательно, нижний  $\hat{l}_H$  и верхний  $\hat{l}_B$  доверительные пределы [8, с. 69] в данном случае будут определяться выражениями:

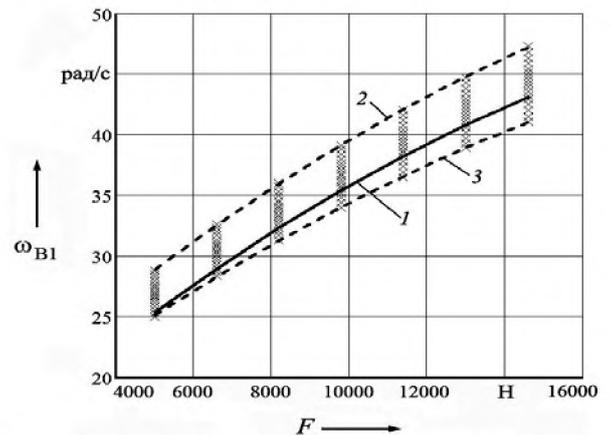
$$\hat{l}_H = \bar{\omega}_{B1} - t_{N-1, \alpha=q/2} \left( \frac{S_{\omega_{B1}}}{\sqrt{N}} \right);$$

$$\hat{l}_B = \bar{\omega}_{B1} + t_{N-1, \alpha=q/2} \left( \frac{S_{\omega_{B1}}}{\sqrt{N}} \right). \quad (7)$$

Согласно табличным данным, при  $N = 43$  и  $q = 0,05$  – распределение Стьюдента в зависимости от числа степеней свободы  $N-1$  и вероятности  $\alpha$  составит [8, с. 292]:

$$t_{N-1, \alpha=q/2} = t_{42, \alpha=0,025} = 2,02.$$

Результаты обработки экспериментальных данных по определению собственной частоты колебаний РАГ конструкции 470x125x73 в пролете между поддерживающими катками трактора «БЕЛАРУС» 1802 представлены на рисунке 8. Результаты вычисления нижнего  $\hat{l}_H$  и верхнего  $\hat{l}_B$  доверительных пределов экспериментальных данных согласно выражениям (7), показаны на рисунке 8.



**Рисунок 8. Результаты экспериментальных исследований по определению собственной частоты колебаний РАГ конструкции 470x125x73 трактора «БЕЛАРУС» 1802:**

1 – теоретическая зависимость частоты колебаний 1-й формы РАГ от растягивающего усилия (согласно выражению (1)); 2, 3 – верхний и нижний пределы интервала экспериментальных данных с доверительной вероятностью 95 %

Из рисунка 8 видно, что график, построенный по аналитической зависимости (1), находится в пределах доверительного интервала экспериментальных данных.

### Закключение

Разработан измерительный комплекс для определения собственной частоты колебаний РАГ в пролете свободной ветви между поддерживающими катками трактора.

Разработана методика и прове-

дены экспериментальные исследования по определению собственной частоты колебаний РАГ конструкции 470x125x73 трактора «БЕЛАРУС» 1802. Установлено, что при изменении натяжения от 5000 до 14600 Н частота собственных колебаний РАГ изменяется в диапазоне от 26,933 рад/с до 44,171 рад/с. Данные представлены по математическому ожиданию экспериментальных исследований частоты свободных колебаний 1-й формы РАГ.

Подтверждена правильность полученной аналитической зависимости для определения собственной частоты колебаний РАГ [3] путем ее сравнения с экспериментальными данными, верхняя и нижняя границы доверительной вероятности которых составили 95 %.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Платонов, В.Ф. Динамика и надежность гусеничного движителя / В.Ф. Платонов. – М.: Машиностроение, 1973. – 232 с.
2. Жданович, Ч.И. Выбор предварительного натяжения резиноармированной гусеницы сельскохозяйственного трактора с упругой подвеской / Ч.И. Жданович, В.Н. Плищ // Вес. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. аграр. наук. – 2022. – Т. 60, № 2. – С. 243-256.
3. Жданович, Ч.И. Выбор количества и расположения поддерживающих катков гусеничного трактора на основании анализа колебаний верхней ветви резиноармированной гусеницы / Ч.И. Жданович, В.Н. Плищ // Вес. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. физ.-техн. наук. – 2023. – Т. 68, № 2. – С. 121-136.
4. Коробкин, В.А. Гусеничный трактор общего назначения «БЕЛАРУС 1802» / В.А. Коробкин // Междунар. аграр. журнал. – 2001. – № 9. – С. 46-48.

5. Латышенко, Н.Н. Приборы и оборудование для лабораторно-полевых исследований ходовых систем гусеничных тракторов / Н.Н. Латышенко, Е.Г. Попов // Исследование ходовых систем гусеничных тракторов: сб. науч. тр. / НАТИ; редкол.: В.А. Каргополов (отв. ред.) [и др.]. – М., 1964. – С. 80-119.

6. Плищ, В.Н. Моделирование в среде MSC ADAMS механизма натяжения резиноармированной гусеницы трактора / В.Н. Плищ // Автотракторостроение и автомобильный транспорт: сб. науч. тр.: в 2 т. / Белорус. нац. техн. ун-т; редкол.: Д. В. Капский (отв. ред.) [и др.]. – Минск, 2022. – Т. 1. – С. 229-234.

7. Жданович, Ч.И. Определение усилий в ветвях обвода трактора с резиноармированной гусеницей и упругой подвеской / Ч.И. Жданович, В.Н. Плищ // Агропанорама. – 2021. – № 6 (148). – С. 2-7.

8. Красовский, Г.И. Планирование эксперимента / Г.И. Красовский, Г.Ф. Филаретов. – Минск: БГУ, 1982. – 302 с.

9. Гидропневмоавтоматика и гидропривод мобильных машин. Теория систем автоматического управления: учеб. пособие / В.П. Автушко [и др.]; под ред. Н.В. Богдана, Н.Ф. Метлюка. – Минск: НП ООО «ПИОН», 2001. – 384 с.

10. Вонг, Дж. Теория наземных транспортных средств: пер. с англ. / Дж. Вонг. – М.: Машиностроение, 1982. – 284 с.

11. Никитин, Н.Н. Курс теоретической механики: учеб. для вузов / Н.Н. Никитин. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. школа, 1990. – 607 с.

12. Чудаков, Д.А. Основы теории и расчета трактора и автомобиля: учеб. для вузов / Д.А. Чудаков. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1972. – 384 с.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 12.07.2023

**“Агропанорама” - научно-технический журнал для работников агропромышленного комплекса. Это издание для тех, кто стремится донести результаты своих исследований до широкого круга читателей, кого интересуют новые технологии, кто обладает практическим опытом решения задач.**

Журнал “Агропанорама” включен в список изданий, рекомендуемых Высшей аттестационной комиссией для опубликования результатов диссертационных исследований по техническим (сельскохозяйственное машиностроение и энергетика, технический сервис в АПК), экономическим (АПК) и сельскохозяйственным наукам (зоотехния).

Журнал выходит один раз в два месяца, распространяется по подписке и в розницу в киоске БГАТУ. Подписной индекс в каталоге Республики Беларусь: для индивидуальных подписчиков - 74884, предприятий и организаций - 748842.

Стоимость подписки на 2-е полугодие 2023 года: для индивидуальных подписчиков - 40,08 руб., ведомственная подписка - 42,21 руб.