

**Клочков А.В.**, доктор технических наук, профессор  
**Ковалевский В.Ф.**, магистр технических наук, аспирант  
*УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»*

## **ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРУЖИННО-ПАЛЬЦЕВОГО АКТИВАТОРА СОЛМОТРЯСА**

**Аннотация.** Потери зерна при уборке должны быть сведены к минимуму. Этому способствует применение активаторов соломотряса, среди которых наиболее простыми являются устройства с упругими элементами. При работе пальцы активатора совершают колебания с протряхиванием соломы и выделением остатков зерна. Исследованы параметры колебаний пальца пружинного активатора и определены их характеристики для выбора рациональных параметров.

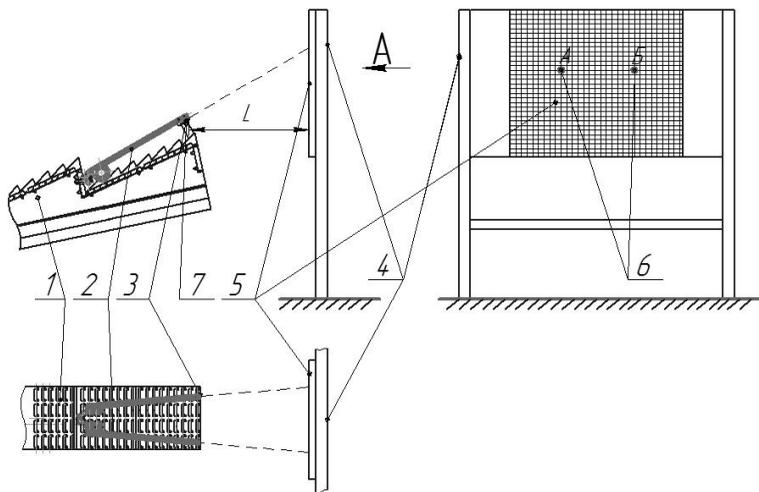
Клавишный соломотряс зерноуборочного комбайна не имеет технологических регулировок и не всегда обеспечивает требуемого качества уборки по потерям зерна. Это также является сдерживающим фактором производительности комбайнов в реальных условиях уборки.

Для исследования колебательного рабочего процесса пружинно-пальцевого активатора была разработана лабораторная установка (рис. 1).

Для активизации процесса выделения зерна из слоя соломы применяются различные устройства, среди которых перспективными являются пружинно-пальцевые. Использовались активаторы четырех различных конструкций: прямой; с одной пружиной кручения; с двумя пружинами кручения и с тремя пружинами кручения. Были разработаны две конструкции, в которых использованы различные левые и прутковые элементы. В процессе опытов устанавливали на одном пружинно-пальцевым активаторе левый палец – прямой, а правый – с одной пружиной кручения, а на втором были пальцы с двумя и тремя витками соответственно. Полученные конструкции пружинно-пальцевого активатора 2 поочередно устанавливали на клавишах 1 посредством болтового крепления. На обоих пальцевых элементах пружинно-

пальцевого активатора 2 фиксировали лазерные указки 3. На расстояние  $L$  от лазерной указки 3 располагался экран 4, на котором закрепили миллиметровую бумагу 5. После установки всех элементов для проведения опыта произвели тарировку отклонения конца пальца 2 относительно экрана 5. При длине пальца 0,500 м масштаб составил 2:1, следовательно, отклонение конца пальца на расстояние 0,01 м соответствовало отклонению на миллиметровой бумаге 0,02 м. При фиксации отклонений для пальца длиной 0,300 м масштаб составил 4,5:1, а для пальца длиной 0,200 м – 6:1.

*Вид А*



1 – клавиша; 2 – пружинно-пальцевый активатор; 3 – лазерная указка; 4 – экран;  
5 – миллиметровая бумага; 6 – начальная точка колебаний; 7 – резинка.

Рисунок 1 – Установка для исследования колебаний пружинно-пальцевого активатора

При включении установки клавиши 1 начинали движение. Пружинно-пальцевый активатор 2 в процессе работы колебался с отклонениями в вертикальном и горизонтальном направлениях. Колебания проектировались посредством лазерных указок 3 на миллиметровую бумагу 5, которая была установлена на экране 4. Колебания левого и правого пальца фиксировались точками А и Б. Фиксация колебаний производилась посредством видеосъемки на камеру на каждом режиме.

При проведении опытов с моделированием нагрузки от предполагаемой соломы на конец пальца активатора 2 устанавливали

резинку шириной 0,0037 м. Выбор такой ширины резинки обусловлен опытами, которые были проведены ранее в полевых условиях. Исходя из полученных данных установили усилия, которые действуют на палец при взаимодействии с солоистой массой. После проведения опытов при моделировании рабочего процесса без нагрузки установили максимальные отклонения, которые применили для выбора усилия, действующего со стороны солоистой массы. Затем предварительным натяжением создавали усилие, которое установили в процессе полевых опытов и фиксировали растяжение данной резинки. В результате обработки данных, полученных путем видеофиксации с учетом масштаба, установили картину колебаний пружинно-пальцевого активаторов в вертикальной и горизонтальной плоскостях. В процессе анализа полученных данных произвели деление всей области колебаний пружинно-пальцевого активатора пятью сечениями, из которых: 0-0 – нижнее сечение; 1-1, 2-2, 3-3 – промежуточные; 4-4 – верхнее сечение. При этом границы сечений 0-0 и 4-4 обусловлены расстоянием с учетом масштаба. Исследования проводились на пружинно-пальцевом активаторе с длиной пальцев 0,200, 0,300 и 0,500 м.

Клавишный соломотряс современного зерноуборочного комбайна работает при частоте вращения вала соломотряса 180-215 об/мин. Исследовались параметры колебаний при оборотах коленчатого вала соломотряса в пределах от 150 до 215 об/мин. Представим частные случаи полученных отклонений пружинно-пальцевого активатора при частоте вращения 190 об/мин и различной длине пальцев (0,200, 0,300, 0,500 м) и изменяемой нагрузке.

Отклонения конца пальца пружинно-пальцевого активатора длиной 0,200 м без нагрузки и при среднем значении нагрузки 0,83 Н представлены на рисунке 2.

При частоте вращения вала соломотряса 190 об/мин без нагрузки (рис. 2а), зафиксировали увеличение верхних и нижних отклонений. Максимальные отклонения в вертикальной плоскости для пальца с тремя витками: вверх – 0,006 м; вниз – 0,011 м. Палец с тремя витками имел и максимальные отклонения влево 0,004 м, при незначительных вправо – 0,003 м. Палец с двумя витками характеризуется следующими отклонениями: вправо – 0,002 м; влево – 0,003 м. При частоте вращения вала соломотряса 190 об/мин для прямого пальца увеличиваются отклонения влево до 0,003 м и остаются неизменными вправо – 0,002 м.

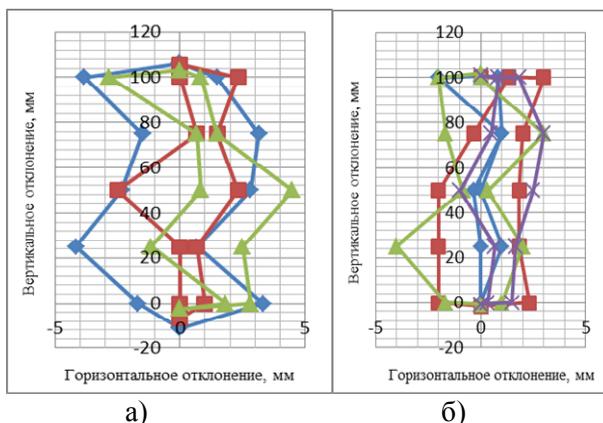


Рисунок 2 – Отклонения конца пальца пружинно-пальцевого активатора длиной 0,200 м при частоте вращения вала соломотряса 190 об/мин: а) без нагрузки; б) под нагрузкой 0,83 Н

При частоте вращения вала соломотряса 190 об/мин под нагрузкой 0,83 Н (рис 2б) наблюдается расширение колебательного контура относительно вертикальной оси. Для пальца с двумя витками зафиксированы нулевые отклонения вверх, при этом отклонения вниз достигают значения 0,002 м. Максимальное отклонение вверх 0,002 м характерно для пальца с одним витком, при этом данный палец имел предельное отклонение влево – 0,004 м. В горизонтальной плоскости сразу три пальца показывают максимальное отклонение вправо 0,003 м (для прямого пальца, для пальца с одним и двумя витками). При колебаниях палец с тремя витками имел максимальное отклонение влево – 0,002 м и отклонение вправо – 0,001 м.

Изменения отклонений конца пальца пружинно-пальцевого активатора длиной 0,300 м при частоте вращения вала соломотряса 190 об/мин без нагрузки и под нагрузкой 1,91 Н представлены на рисунке 3.

Графическую зависимость основных отклонений без нагрузки представлена на рисунке 3а. Отличительная особенность по изменчивости колебательного контура принадлежит пальцу с тремя витками. В частности наблюдается сужение отклонений в горизонтальной плоскости, при этом отклонение вправо составляет 0,002 м и влево – 0,001 м.

Палец с тремя витка имел в процессе работы максимальные отклонения вверх и вниз, составляющие 0,011 м. Максимальные отклонения влево характерны для пальца с одним витком – 0,008 м,

этот же палец максимально отклоняется вправо на величину 0,005 м. Колебания конца прямого пальца определяются следующими данными: отклонение вправо – 0,005 м и влево – 0,004 м. Характер колебаний пальца с двумя витками симметричен относительно вертикальной оси. В результате колебаний пальца с двумя витками установлены граничные значения основных отклонений: вправо – 0,003 м и влево – 0,004 м. При частоте вращения 190 об/мин для всех пальцев наблюдается сужение колебательного контура.

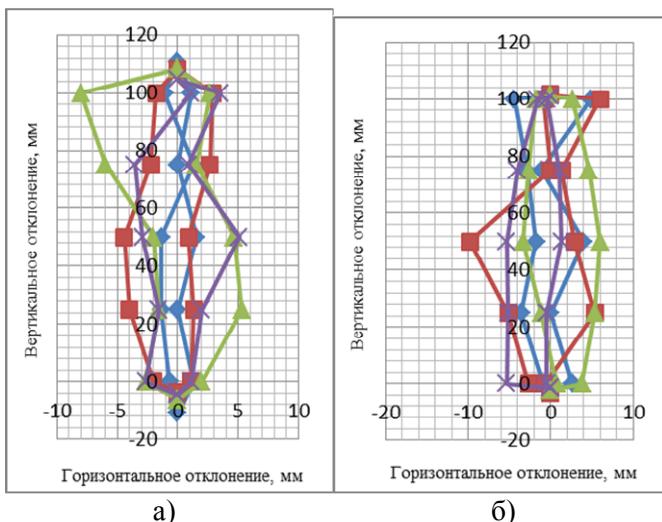


Рисунок 3 – Отклонения конца пальца пружинно-пальцевого активатора длиной 0,300 м при частоте вращения вала соломотряса 190 об/мин: а) без нагрузки; б) под нагрузкой 1,91 Н

При частоте вращения вала соломотряса 190 об/мин под нагрузкой 1,91 Н (рис. 3б) зафиксированы максимальные значения отклонений, как в горизонтальной, так и вертикальной плоскостях для пальца с двумя витками. Основные отклонения имеют следующие значения: вправо – 0,006 м; влево – 0,010 м; вверх – 0,002 м; вниз – 0,003 м. Для пальца с одним витком установлены максимальные отклонения вправо 0,006 м. В процессе работы прямой палец сохраняет правильную форму траектории при колебаниях, при этом установлены основные отклонения: вправо – 0,001 м и влево – 0,005 м. Палец с тремя витками колеблется относительно вертикальной оси симметрично, при этом достигнуты одинаковые отклонения вправо и влево, равные 0,004 м.

Изменение отклонений конца пальца пружинно-пальцевого активатора длиной 0,500 м при частоте вращения вала соломотряса 190 об/мин без нагрузки и под нагрузкой 5,00 Н представлены на рисунке 4.

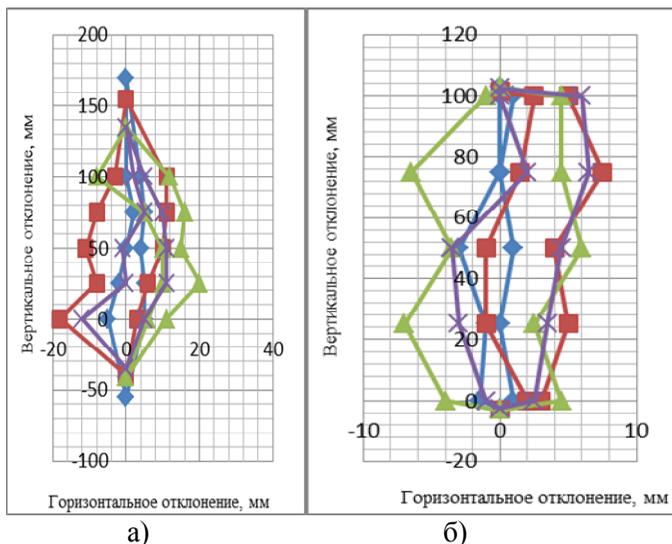


Рисунок 4 – Отклонения конца пальца пружинно-пальцевого активатора длиной 0,500 м при частоте вращения вала соломотряса 190 об/мин:  
а) без нагрузки; б) под нагрузкой 5,00 Н

При колебаниях без нагрузки для пальца длиной 0,500 м (рис. 4а) наблюдаются и некоторые отличия, а именно то, что максимальные отклонения вправо значением 0,020 м имеет палец с одним витком, что отличается от ближайших вариантов прямого пальца и для пальца с двумя витками на 0,009 м. Максимальное значение отклонения влево 0,018 м обеспечивает конструкция с двумя витками. Верхнее (0,070 м) и нижнее (0,055 м) отклонения по максимальному значению имеет палец с тремя витками. Форма колебаний при этом изменяется по сравнению с предыдущей частотой 180 об/мин и смещается вправо. Большая часть фиксированных отклонений находится с правой стороны. Отклонения вниз находятся в пределах 0,035-0,055 м, отклонения вверх – 0,035-0,070 м. Характер изменения смещений влево отличается незначительно и находится в пределах 0,001-0,018 м, что же касается отклонений вправо, то они изменяются в пределах 0,003-0,020 м. При частоте вращения вала соломотряса 190 об/мин наблюдается

расширение диапазона колебаний для всех пальцев длиной 0,500 м под нагрузкой 5,00 Н. Исходя из рисунка 4б, основные максимальные значения по четырем направлениям составляют: вправо – 0,008 м для пальца с двумя витками; влево – 0,007 м для пальца с одним витком; вверх – 0,003 м для пальца с тремя витками; вниз – 0,003 м для пальцев с двумя и одним витком. Палец с одним витком колеблется симметрично относительно вертикальной оси. С увеличением частоты вращения коленчатого вала соломотряса наблюдается расширение диапазона колебаний. В частности, для прямого пальца максимальное отклонение вправо составляет 0,007 м, максимальное влево – 0,004 м. Для все четырех пальцев нижний диапазон отклонений составляет 0,003 м, для верхних отклонений – 0,002-0,003 м. Характер изменения колебаний пальца с тремя витками симметричен относительно вертикальной оси, при этом отклонение вправо составляет 0,001 м, отклонение влево – 0,003 м.

**Заключение.** В результате экспериментов установили основные параметры отклонений пружинно-пальцевого активатора с пальцами длиной 0,200, 0,300 и 0,500 м при использованной частоте вращения вала соломотряса 190 об/мин. При этом установлено, что максимальные значения отклонений в вертикальной плоскости имеет палец с тремя витками и с одним витком. В процессе фиксации отклонений установлены боковые смещения влево и вправо, что будет способствовать уменьшению плотности солоmistого вороха и благоприятствовать выделению зерна. Процесс колебаний пальца с двумя витками также положительно скажется на выделении зерна из слоя соломы. В процессе работы палец с тремя витками стремится сместиться вправо в процессе работы, а палец с двумя витками колеблется в симметричном режиме относительно осей координат. По приведенным показателям установили, что минимальные значения отклонений имеет палец длиной 0,200 м, исходя из чего, принимаем решение онецелесообразности использования данного варианта.

#### **Список использованной литературы**

1. Летошнев, М.Н. Сельскохозяйственные машины. Теория, расчет проектирование и испытание – Государственное издательство сельскохозяйственной литературы, Москва-Ленинград, 1955. – 750 с.

2. Кленин, Н.И., Сакун, В.А. Сельскохозяйственные и мелиоративные машин: Элементы теории рабочих процессов, расчет регулировочных параметров и режимов работы. – 2-е изд., перераб. И доп. – М.: Колос, 1980. – 671с., ил. – (Учебники и учеб. Пособия для высш. с.-х. учеб.заведений).

3. Сабликов, М.В. Сельскохозяйственные машины. Ч 2. Основы теории и технологического расчета, М., «Колос», 1968.