

УДК 631.31

UDC 631.31

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ
ПРИВОДА ЛЕСОПОСАДОЧНОЙ МАШИНЫ С
УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫМ
ПРЕДОХРАНИТЕЛЕМ**

**RESULTS OF RESEARCHES OF THE DRIVE OF
FOREST-PLANTING MACHINE WITH THE IM-
PROVED SAFETY DEVICE**

Стасюк Владимир Владимирович
к.т.н., доцент

Stasiuk Vladimir Vladimirovich
Cand.Tech.Sci., assistant professor

Бородин Николай Александрович
к.т.н., доцент

Borodin Nikolay Alexandrovich
Cand.Tech.Sci., assistant professor

Вахнина Галина Николаевна
к.т.н., ассистент

Vakhnina Galina. Nikolaevna.
Cand.Tech.Sci., assistant

Журавлев Иван Николаевич
ассистент
*ФГБОУ ВПО «Воронежская государственная
лестехническая академия», Воронеж, Россия*

Zhuravlyjov Ivan Nikolayevich
assistant
*Voronezh State Academy of Forestry Engineering,
Voronezh, Russia*

Установлено как влияют параметры предохра-
нителя и привода лесопосадочной машины на коэффи-
циент точности срабатывания

It is set, as parameters of the safety device and the drive
of forest-planting machine influence on the coefficient
of exactness of wearing-out

Ключевые слова: ПРЕДОХРАНИТЕЛЬ,
ЛЕСОПОСАДОЧНАЯ МАШИНА,
КОЭФФИЦИЕНТ ТОЧНОСТИ СРАБАТЫВАНИЯ,
МЕХАНИЗМ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ

Keywords: SAFETY DEVICE, FOREST-PLANTING
MACHINE, COEFFICIENT OF EXACTNESS OF
WEARING-OUT, MECHANISM OF FEEDBACK

Посадка лесных культур производится в сжатые сроки, часто в сложных условиях вырубок, поэтому крайне важно обеспечить в этот период надежную работу лесопосадочных машин. Ротационные лесопосадочные машины просты конструктивно, привод на них низкооборотистый, но, тем не менее, при перегрузках, связанных с заклиниванием посадочного аппарата, возможны поломки как самого посадочного аппарата, так и его привода.

Штатно установленные на ротационных лесопосадочных машинах предохранители (фрикционные и кулачковые) в должной мере не обеспечивают надежной защиты привода посадочного аппарата, так как их момент срабатывания крайне нестабилен (точность срабатывания низкая). Поэтому необходимо, чтобы предохранитель, устанавливаемый на ротаци-

онных лесопосадочных машинах, был прост конструктивно, недорог в эксплуатации и обладал хорошими характеристиками по точности срабатывания и надёжности. Предохранитель должен удовлетворять основным лесотехническим требованиям. Необходимо, чтобы он не влиял отрицательно на качественные показатели работы лесохозяйственной машины, выполнялся в виде независимого узла и учитывал условия эксплуатации машины: скорость движения агрегата, частоту вращения рабочего органа, рабочие нагрузки и др.

Согласно рекомендациям [1] предпочтительно, чтобы предохранительное устройство могло устанавливаться в непосредственной близости к рабочему органу машины или в нем самом, так как такое расположение снижает динамические нагрузки при перегрузке.

Учитывая данные, опубликованные в работах [1, 4], большее влияние на нагруженность приводов низкооборотистых машин, к которым относятся ротационные лесопосадочные машины, оказывает момент срабатывания предохранителя, чем динамический момент. Величина момента срабатывания предохранителя при перегрузке связанной с заклиниванием рабочего органа напрямую зависит от его стабильности срабатывания выражаемой коэффициентом точности срабатывания, характеризующимся отношением [2]:

$$b_T = \frac{T_{\max}}{T_{\min}},$$

где T_{\max} и T_{\min} - максимальный и минимальный моменты срабатывания предохранительного устройства при его одинаковой регулировке.

Чем ближе значение коэффициента точности срабатывания к единице, тем стабильнее работает предохранитель.

Коэффициент точности срабатывания в основном, зависит от случайных значений коэффициента трения, однако его можно улучшить за счет применения механизма обратной связи.

Предлагается использовать предохранитель повышенной точности срабатывания с отжимным устройством в виде наклонных пазов и штифтов [2,3]. Этот предохранитель недорог, прост по своему устройству, технологичен в изготовлении, обладает небольшими габаритами и имеет достаточно высокие характеристики по точности срабатывания. Он может быть установлен на валу рабочего органа или в непосредственной близости от него, что и требуется по конструкции лесопосадочных машин ротационного типа.

Помимо конструктивных параметров предохранителя, на точность его срабатывания оказывают влияние и параметры привода.

Поэтому были проведены сравнительные экспериментальные исследования точности ограничения нагрузки обычного фрикционного предохранителя и фрикционного предохранителя с механизмом обратной связи в виде наклонного паза и штифта, кроме того, исследовалось влияние таких параметров привода как частота вращения, жесткость, и демпфирование на точность срабатывания предохранителей.

Предохранитель повышенной точности ограничения нагрузки испытывался с и углами наклона паза механизма обратной связи ($\alpha = 30^\circ; 45^\circ; 60^\circ; 75^\circ$) при частоте вращения привода 30 мин^{-1} .

По результатам исследований, был вычислен коэффициент точности срабатывания β_T и построена графическая зависимость его от угла наклона паза α (рисунок 1).

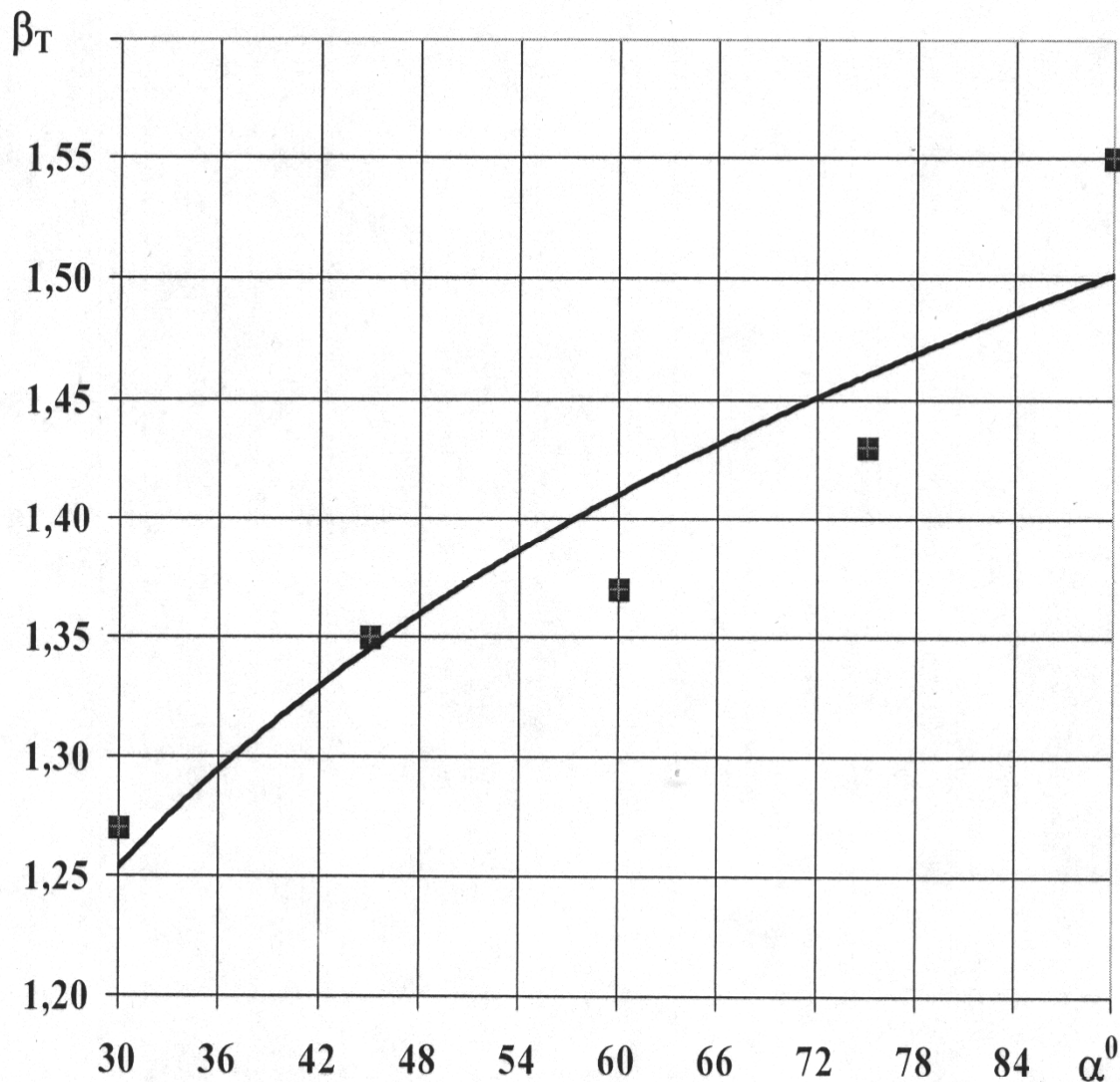


Рисунок 1. Зависимость коэффициента точности срабатывания от угла наклона паза при $n=30 \text{ мин}^{-1}$

При этом учитывалось, что фрикционный предохранитель повышенной точности ограничения нагрузки с механизмом обратной связи в виде наклонного паза и штифта преобразуется в обычный фрикционный предохранитель при $\alpha=90^\circ$.

Из рисунка 1 видно, что величина коэффициента точности срабатывания с увеличением угла наклона паза α увеличивается (точность сраба-

тивания ухудшается). Она достигает наибольшей величины у обычного фрикционного предохранителя ($\alpha=90^\circ$) и составляет $\beta=1.55$. С уменьшением угла наклона паза α точность срабатывания увеличивается и составляет: 1.42 при $\alpha=75^\circ$; 1.37 при $\alpha=60^\circ$; 1.35 при $\alpha=45^\circ$ и 1.27 при $\alpha=30^\circ$.

Из выше приведенного видно, что с уменьшением угла наклона паза α точность срабатывания улучшается. Улучшение точности ограничения нагрузки происходит за счет механизма обратной связи, благодаря которому изменение момента в меньшей степени зависит от колебаний коэффициента трения на фрикционных поверхностях.

С целью выявления влияния частоты вращения на точность срабатывания были проведены сравнительные экспериментальные исследования обычного фрикционного предохранителя и предохранителя повышенной точности ограничения нагрузки с углами наклона паза механизма обратной связи 30° и 60° .

Для выявления закономерности изменения коэффициента точности срабатывания частота вращения изменялась с 20 до 90 мин⁻¹.

По полученным данным построены графические зависимости точности ограничения нагрузки от частоты вращения (рисунок 2).

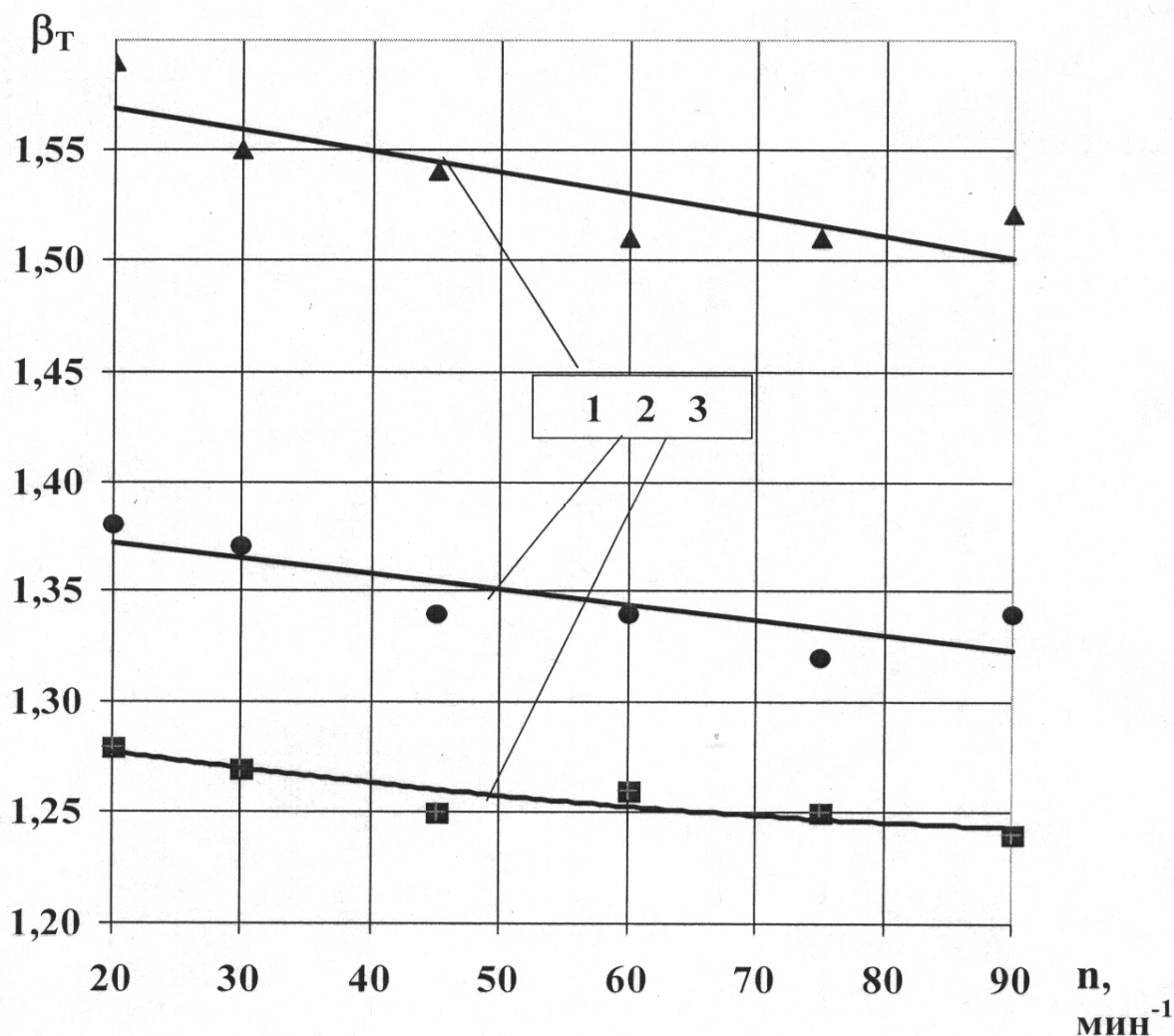


Рисунок 2. Зависимость коэффициента точности срабатывания от количества оборотов:

- 1 – обычный фрикционный предохранитель;
- 2 – предохранитель повышенной точности с углом наклона паза 60°;
- 3 – предохранитель повышенной точности с углом наклона паза 30°

При увеличении оборотов с 20 до 90 мин⁻¹ коэффициент точности срабатывания изменился для обычного фрикционного предохранителя с $\beta=1.57$ до $\beta=1.51$, для предохранителя повышенной точности срабатывания

с углом наклона паза 30° – с $\beta=1.28$ до $\beta=1.23$ и для предохранителя с углом наклона паза 60° - с $\beta=1.38$ до $\beta=1.33$.

Изменение частоты вращения привода подающего механизма от 20 до 90 мин^{-1} (что характерно для большинства приводов посадочных аппаратов лесопосадочных машин) не приводит к существенному изменению точности срабатывания как предохранителей повышенной точности ограничения нагрузки, так и обычных фрикционных предохранителей.

Стоporение подающего механизма лесопосадочной машины может происходить на различной длине рычага посадочного аппарата, что изменяет жесткость системы и, очевидно, будет влиять на коэффициент точности срабатывания предохранителя. Чем длиннее рычаг, тем меньше жесткость и наоборот. Для выявления зависимости коэффициента точности срабатывания от изменения жесткости рычаг посадочного аппарата стопорился на различной длине: от 80 мм от центра до конечной длины рычага, равной 450 мм (что соответствовало жесткости от 400 до 665 Нм/рад). Углы наклона паза механизма обратной связи были $\alpha=90^\circ$ (обычный фрикционный предохранитель); $\alpha=30^\circ$; $\alpha=60^\circ$; при частоте вращения привода 30 мин^{-1} .

По данным экспериментов построены графические зависимости коэффициента точности срабатывания от жесткости системы (рисунок 3).

Из полученных графиков видно, что с увеличением жесткости системы точность срабатывания повышается, причем для всех исследуемых предохранителей примерно на одну и ту же величину. Для обычного фрикционного предохранителя точность срабатывания повышается на 7.1%, для предохранителя повышенной точности срабатывания с углом наклона паза $\alpha=30^\circ$ точность срабатывания повышается на 8% и для

предохранителя с углом $\alpha=60^\circ$ точность срабатывания повышается на 7.7%.

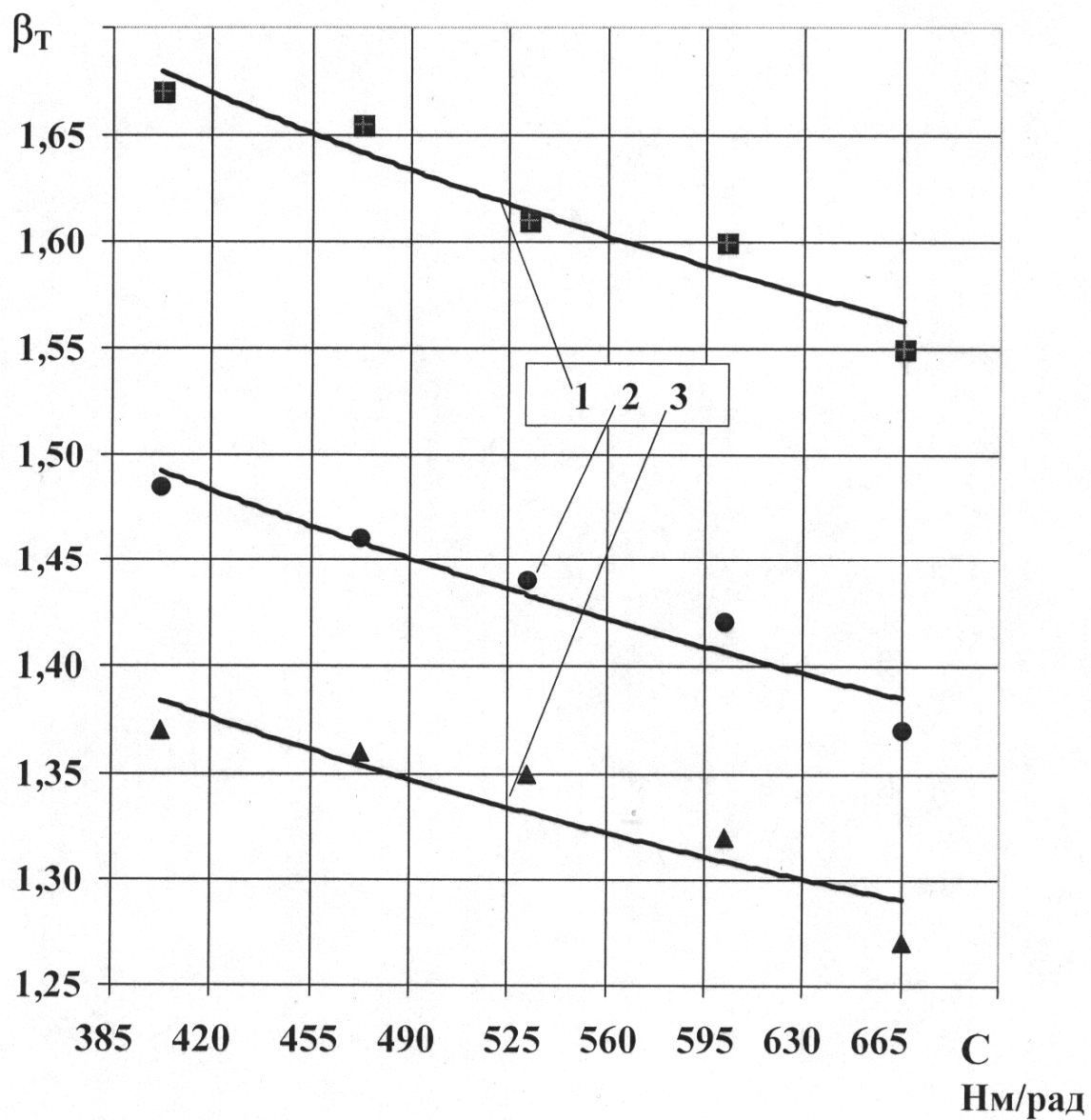


Рисунок 3. Зависимость коэффициента точности срабатывания от изменения жесткости при $n=30 \text{ мин}^{-1}$

1 – обычный фрикционный предохранитель;

2 – предохранитель повышенной точности с углом наклона паза 60° ;

3 – предохранитель повышенной точности с углом наклона паза 30°

Точность срабатывания у предохранителя повышенной точности ограничения нагрузки с углом наклона паза $\alpha=30^\circ$ остается выше, чем у обычного фрикционного предохранителя и предохранителя повышенной точности ограничения нагрузки с углом наклона паза $\alpha=60^\circ$. Проведенные исследования говорят о том, что независимо от типа предохранителя его целесообразно устанавливать (с точки зрения повышения точности ограничения нагрузки) в системах, имеющих большую жесткость.

Для определения влияния коэффициента демпфирования системы на коэффициент точности срабатывания предохранителя первый изменялся от 2.9 до 5.5 Нмс. Исследования проводились для обычного фрикционного предохранителя и предохранителя повышенной точности срабатывания с углами наклона паза механизма обратной связи 30° и 60° . Частота вращения привода составляла 30 мин^{-1} .

Результаты исследований представлены графическими зависимостями (рисунок 4).

Из графиков следует, что для всех предохранителей с увеличением коэффициента демпфирующих сопротивлений точность срабатывания ухудшается. При изменении коэффициента демпфирования системы с 2.9 до 5.5 Нмс коэффициент точности срабатывания менялся для обычного фрикционного предохранителя с $\beta=1.54$ до $\beta=1.67$, для предохранителя повышенной точности ограничения нагрузки с углом наклона паза механизма обратной связи 30° – с $\beta=1.26$ до $\beta=1.4$ и для предохранителя повышенной точности ограничения нагрузки с углом наклона паза механизма обратной связи 60° – с $\beta=1.36$ до $\beta=1.5$.

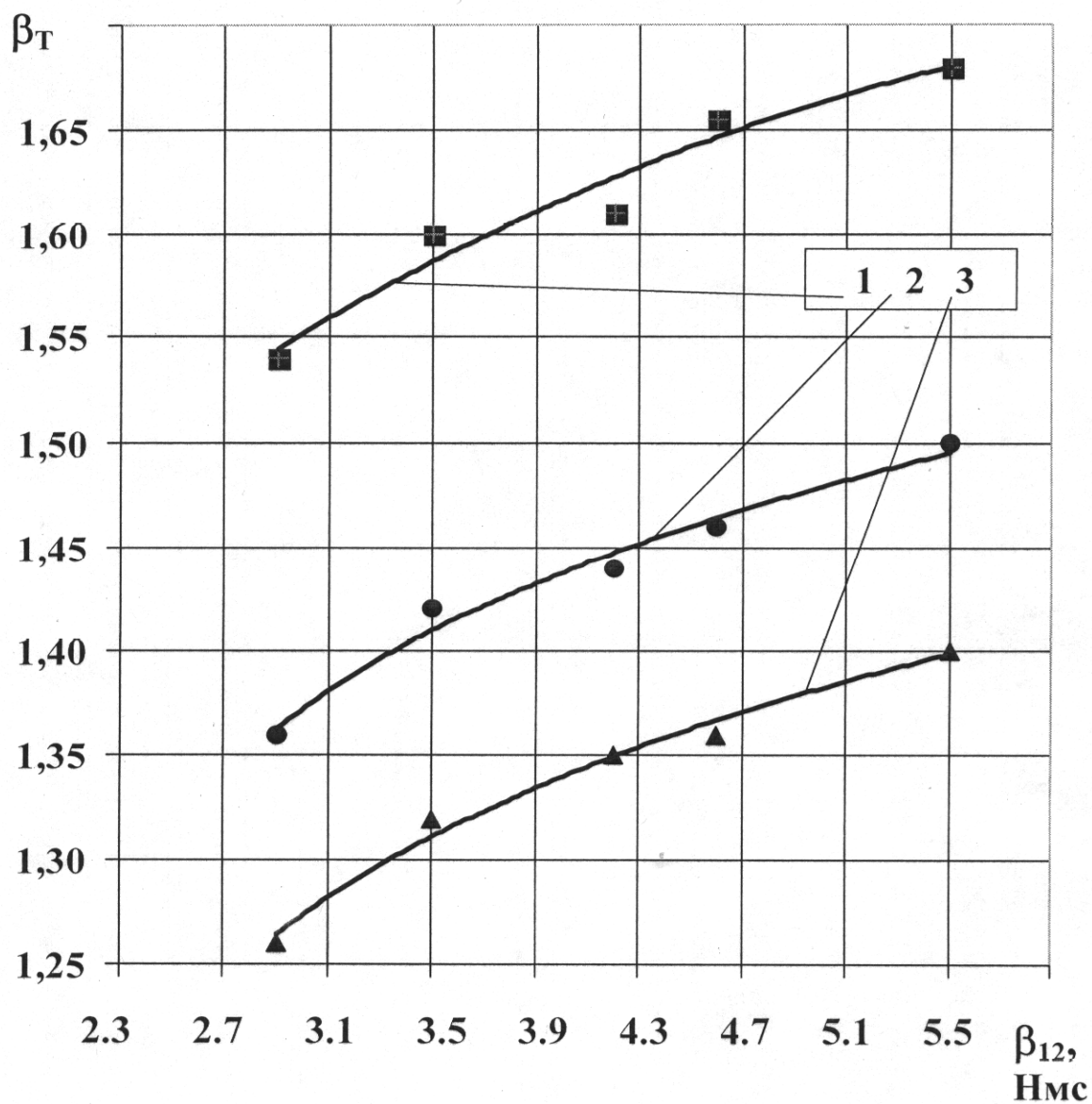


Рисунок 4. Зависимость коэффициента точности срабатывания от изменения коэффициента демпфирующих сопротивлений при $n=30 \text{ мин}^{-1}$:

- 1 – обычный фрикционный предохранитель;
- 2 – предохранитель повышенной точности с углом наклона паза 60° ;
- 3 – предохранитель повышенной точности с углом наклона паза 30°

Выводы

Выявлено, что изменение угла наклона паза, механизма обратной связи предохранителя повышенной точности ограничения нагрузки значительно влияет на коэффициент точности срабатывания. С увеличением угла наклона паза точность срабатывания предохранителя снижается.

Изменение частоты вращения системы, жесткости и демпфирования также влияют на точность ограничения нагрузки, но не однозначно: с увеличением частоты вращения и жесткости точность срабатывания повышается, а с увеличением демпфирования снижается.

Литература

1. Журавлев, И. Н. Моделирование рабочего процесса лесной фрезерной почвообрабатывающей машины с двухпоточным предохранительным устройством / И. Н. Журавлев, С. Б. Пономарев // Вестник КрасГАУ. – 2009. – № 7. – С. 142–146.
2. Карамышев, В. Р. Силовые и прочностные характеристики предохранительной муфты повышенной точности срабатывания / В. Р. Карамышев, В. В. Стасюк // Сб. науч. тр. «Математическое моделирование, компьютерная оптимизация технологий, параметров оборудования и систем управления лесного комплекса». – Воронеж, 1999. – С. 21-24.
3. Стасюк, В.В. Защита подающих ротационных аппаратов лесопосадочных машин от перегрузок предохранителями повышенной точности срабатывания: автореф. ... канд. техн. наук : 05.21.01 / Воронеж. гос. лесотехн. акад. – Воронеж, 2002. – 17 с. : ил.
4. Боровиков, Р. Г. Защита карданной передачи лесохозяйственных машин от перегрузок / Р. Г. Боровиков, П. Н. Щерблыкин, Н. А. Бородин, И. В. Четверикова // ИВУЗ «Лесной журнал». – 2011. – № 6. – С. 99–101.