



## ПРИМЕНЕНИЕ БИИНЕРТНОГО ОСЦИЛЛЯТОРА В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ АГРОБИЗНЕСА

В работе показана область применения кинематической схемы решетного сепаратора с взаимно нейтрализованными механическими инертными реактансами и виды приводов, для которых эта схема может быть реализована. Отмечена основная проблема динамики решетных зерноочистительных машин и возможность ее решения путем применения указанной схемы.

Кинематическая схема, решетный сепаратор, колебания, реактивная мощность.

Средства механизации в сельском хозяйстве включают в себя множество сложных механизмов, использующих вращательные и поступательные движения, сопровождающиеся паразитными вибрациями. Вибрации ускоряют износ механизмов, ухудшают качество технологического процесса, повышают расход энергии. Поэтому при конструировании технических систем важной задачей является уравновешивание механизма. Для нейтрализации реактивных сил используют разные способы: уравновешивающие грузы, противовесы, демпфирующие устройства. Недостатком большинства способов снижения вибрации является усложнение конструкции или понижение эффективности устройства. Одна из областей, где велики вибрации в сельском хозяйстве, – машины для очистки зерна. При очистке зерна создают поступательные движения с продольными ускорениями, создающие значительные циклические нагрузки.

Для взаимной нейтрализации механических инертных реактансов решетных станов зерноочи-

тельных машин предложено использовать кинематическую схему со сдвигом колебаний станов на  $\pi/2$  (рис. 1) [1, 2]. В настоящей работе исследуется область применения этой схемы.

**Анализ конструкций решетных сепараторов, применяемых в агропромышленном комплексе.** Решетные зерноочистительные машины повсеместно применяются в сельском хозяйстве для очистки зерна и разделения его на фракции. На рисунке 2 представлена классификация зерноочистительных машин с учетом возможности применения кинематической схемы с взаимно нейтрализованными механическими инертными реактансами решетных станов [3–5].

На рисунке 3 представлена классификация приводов зерноочистительных машин с учетом возможности применения кинематической схемы с взаимно нейтрализованными механическими инертными реактансами решетных станов.

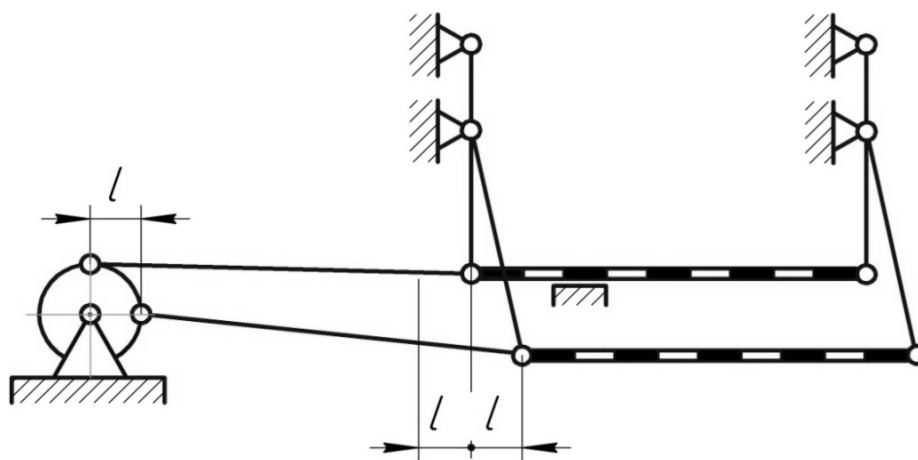


Рис. 1. Кинематическая схема с взаимно нейтрализованными механическими инертными реактансами решетных станов



Рис. 2. Классификация зерноочистительных машин с учетом возможности применения кинематической схемы с взаимно нейтрализованными механическими инертными реактансами решетных станов

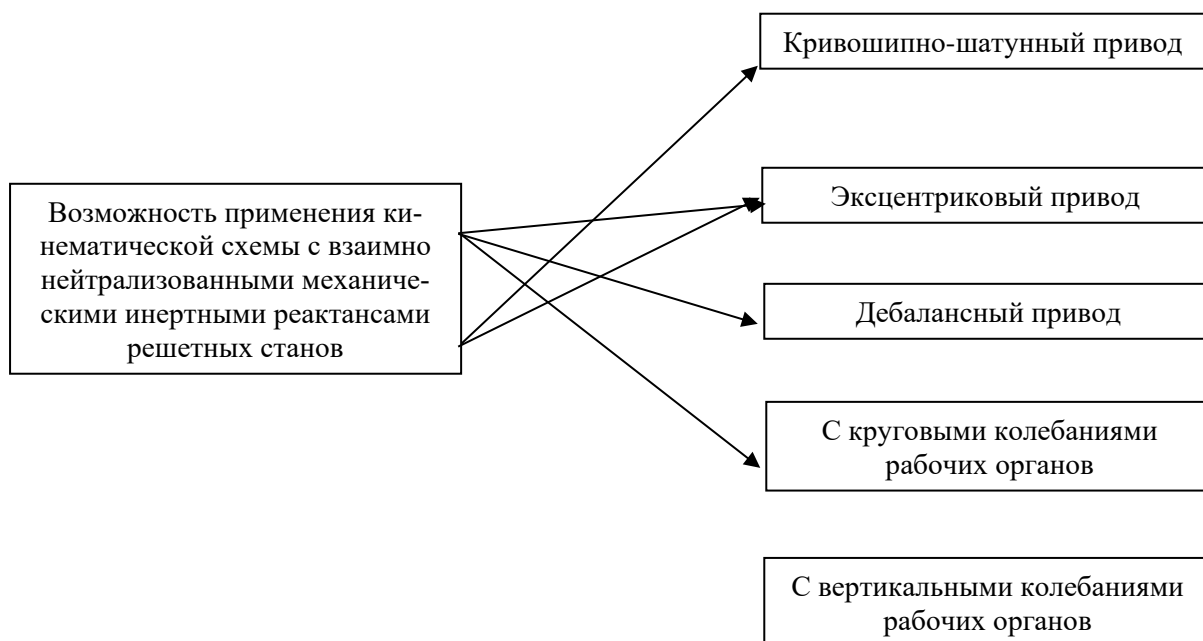


Рис. 3. Классификация приводов зерноочистительных машин с учетом возможности применения кинематической схемы с взаимно нейтрализованными механическими инертными реактансами решетных станов

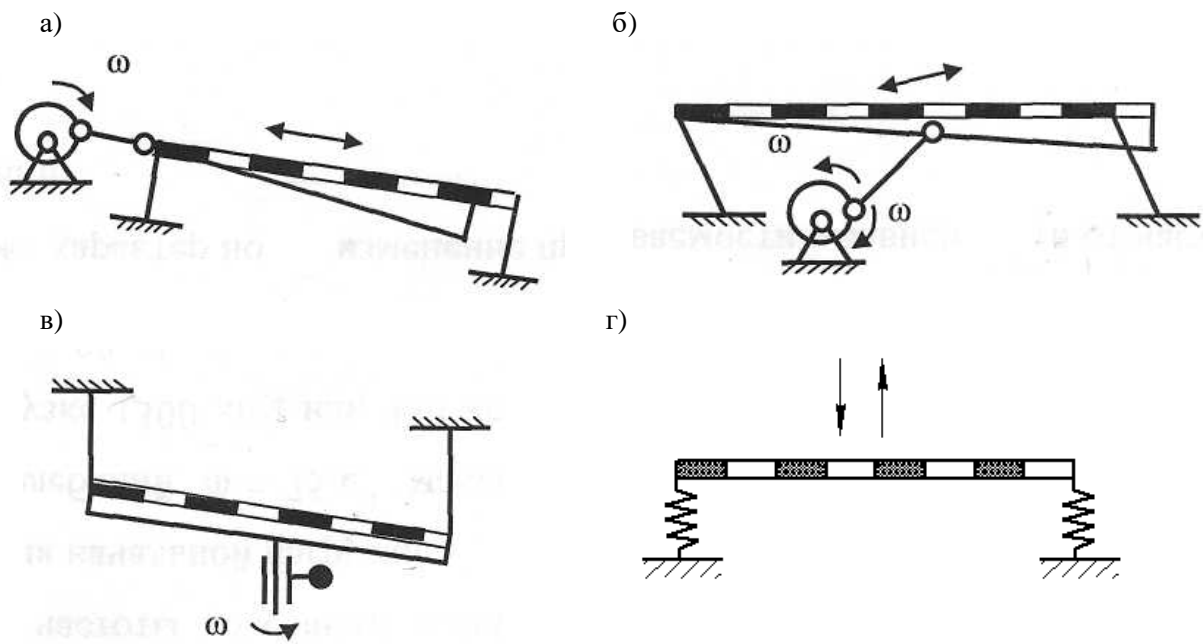


Рис. 4. Основные варианты сообщения решетам колебательных движений

**Основные варианты сообщения решетам колебательных движений.** На рисунке 4 приведены основные варианты сообщения решетам колебательных движений: а – движение в плоскости решета; б – частичное движение по нормали к плоскости; в – вращательное движение; г – движение по нормали к плоскости с высокой частотой.

Для целей применения кинематической схемы с взаимно нейтрализованными механическими инертными реактансами решетных станов рассматривается вариант «а». Он характеризуется наличием кинематически жесткого привода, который обеспечивает колебания решет близких к синусоидальным с неизменной амплитудой. Для преобразования вращательного движения электродвигателя в возвратно-поступательное движение решет, как правило, используется эксцентриковый механизм. Безусловным достоинством этого привода является простота.

Недостатком привода является передача значительных динамических воздействий на корпус машины [6–8]. Для минимизации этих воздействий используются штатные схемы с двумя решетными станами, совершающими колебания в противофазах.

**Сегмент многообразия зерноочистительных машин с возможностью применения кинематической схемы с взаимно нейтрализованными механическими инертными реактансами решетных станов.** Из немалого разнообразия конструкций, приведенных в указанных выше классификациях, кинематическая схема с взаимно нейтрализованными механическими инертными реактансами решетных станов наилучшим образом подходит к решетным сепараторам с эксцентриковыми приводными механизмами с прямолинейными почти гармоническими колебаниями решетных станов. Это самый распространенный тип решетных сепараторов. В Курганской области на его долю приходится около 80 % от всех типов решетных машин.

Достоинством этих машин являются существенно меньшие энергозатраты по сравнению с воздушными и триерными, а также фиксированная амплитуда колебаний решетных станов.

Их недостатком является возникновение больших динамических нагрузок, порождающих вибрацию конструкций машин.

Существенным недостатком решетных сепараторов с эксцентриковыми приводными механизмами с прямолинейными колебаниями решетных станов является развитие значительной реактивной механической мощности, доминирующей в составе полной механической и, соответственно, потребляемой электрической мощности.

**Основная проблема динамики решетных зерноочистительных машин.** Возвратно-поступательные движения решетных станов зерноочистительной машины сопровождаются значительными динамическими нагрузками, порождающими вредные явления [9, 10].

В течение четверти периода основной (первой) гармоники колебаний привод сообщает массивному решетному стану существенную кинетическую энергию. В течение следующей четверти периода решетный стан возвращает приводу значительную часть полученной энергии. Развиваются существенные реактивная и полная мощности. Возникают сильные динамические нагрузки на корпус. Передача реактивной энергии по электрической сети сопровождается значительными тепловыми потерями в проводах и обмотках трансформаторов и электромеханических преобразователей. Применение схемы движения двух решетных станов в противоположных направлениях снимает динамическую нагрузку на корпус зерноочистительной машины, но не решает проблему нейтрализации реактивных нагрузок привода решетного стана и питающей сети – момент на валу привода и потребляемая мощность остаются знакопеременными.

Это обстоятельство явилось побудительной причиной разработки кинематической схемы с взаимно нейтрализованными механическими инертными реактансами решетных станков (рис. 1), которая позволяет полностью исключить указанные вредные проявления.

#### Литература

1. Попов, И. П. Инертная колебательная система из двух грузов для вибрационных механизмов / И. П. Попов // Вестник Вологодского государственного университета. – 2020. – № 2 (8). – С. 10–12.
2. Попов, И. П. Самобалансировка вибрационных механизмов / И. П. Попов // Вестник Вологодского государственного университета. – 2018. – № 2 (2). – С. 16–19.
3. Попов, И. П. Механические реактансы при гармонических колебаниях исполнительных органов машин и механизмов / И. П. Попов // Вестник Вологодского государственного университета. – 2021. – № 4 (14). – С. 65–67.
4. Попов, И. П. Использование инертного триплетного маятника в вибрационных сортировальных машинах / И. П. Попов // Вестник Вологодского государственного университета. – 2020. – № 3 (9). – С. 11–13.
5. Попов, И. П. Построение вибрационных сортировальных машин по схеме мультиинертного осциллятора / И. П. Попов // Вестник Вологодского государственного университета. – 2020. – № 3 (9). – С. 14–17.
6. Эрлих, Б. М. Силовое воздействие колебаний нелинейных систем при возникновении двух источников возмущающих сил с различными частотами колебаний / Б. М. Эрлих. – DOI: 10.36652/0202-3350-2022-23-1-36-41 // Сборка в машиностроении, приборостроении. – 2022. – № 1. – С. 36–41.
7. Бакаев, В. Н. Управляемый электропривод механизмов маятникового типа / В. Н. Бакаев // Вестник Вологодского государственного университета. – 2019. – № 2 (4). – С. 7–8.
8. Попов, И. П. Применение искусственной массы для балансировки механизмов / И. П. Попов // Вестник Вологодского государственного университета. – 2021. – № 1 (11). – С. 19–21.
9. Попов, И. П. Влияние наклона решет сортировальной машины на производительную мощность / И. П. Попов // Вестник Вологодского государственного университета. – 2022. – № 2 (16). – С. 65–67.
10. Попов, И. П. Развитие гравитационной мощности при наклоне решет сортировальной машины / И. П. Попов // Вестник Вологодского государственного университета. – 2023. – № 1 (19). – С. 81–83.

*I.P. Popov*

*Kurgan State University*

#### APPLICATION OF BIINERT OSCILLATOR IN AGRIBUSINESS TECHNICAL SYSTEMS

The area of application of the kinematic scheme of a sieve separator with mutually neutralized mechanical inert reactances and the types of drives for which this scheme can be implemented are shown. The main problem of the dynamics of sieve grain cleaning machines and the possibility of solving it by applying the indicated scheme are noted.

Kinematic scheme, sieve separator, vibrations, reactive power.