

РОЛЬ ВИБРАЦИОННОЙ МОДУЛЯЦИИ В СЕПАРИРОВАНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Тишин А. В. – студент МАПП, Тишин В.В. – преподаватель, Токарев В. И. – к.т.н.,
доцент

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г.Барнаул)

Введение

На предприятиях по хранению зерна и переработке его в продовольственные и кормовые продукты к ведущим процессам следует отнести сепарирование сыпучих материалов на основе использования различий геометрии частиц, образующих механическую смесь.

Процесс сепарирования

В процессе сепарирования продуктов рабочие части станка, имеющие решёта, совершают возвратно-поступательное движение, как правило с определённой частотой, при этом параметры динамических процессов станка фактически неизменны (если не брать в расчёт изменения, связанные с массой остаточного продукта и мощностной характеристикой электродвигателя). Имея постоянную способность для просеивания продукта, калибры решёт гипотетически «ждут» возле себя новые потенциально проходимые частицы продукта.

В связи с этим частицы вещества должны максимально использовать все шесть направлений, потенциально получаемых в связи с виброперемещением всей массы.

Так как консистенция частиц, способных откалиброваться в процессе обработки, меняется, предлагается использовать механизмы, способные реагировать на ситуацию и менять режим вибрации рабочей части машины для достижения максимального показателя сепарирования продукта.

Предположительно результативным способом сепарирования является внедрение вибромеханизма с двумя источниками колебаний по взаимно-перпендикулярным направлениям X и Y.

Процесс разделения сыпучих материалов на части, отличающиеся геометрическими признаками и физическими свойствами, называют сепарированием.

Исходя из актуальности проблемы, уместно поставить следующую цель исследования:

Получить изменение в координатном отношении с наибольшим количеством вариантов смещения центра тяжести сепарируемых частиц через создание координатного вибромодулятора для повышения эффективности сепарирования.

Реализация цели может быть достигнута через решение следующих задач:

1. Проанализировать особенности сепарирования на примере промышленных образцов.
2. Создать координатный вибромодулятор, сравнить его по параметрам вибрации с существующими установками.
3. Провести цикл опытов с применением полимерных гранул.
4. Определить перспективы внедрения координатного вибромодулятора в перерабатывающую отрасль.

Объект исследования: Вибрация.

Предмет исследования: Производительность сепарирования.

Гипотезы:

1. Влияние модуляции вибрации рабочей части сепаратора на производительность сепарирования.
2. Повышение уровня автоматизации производства.

Методы исследования:

1. Установить степень изменения частоты перемещения решета в зависимости от переработанной и остаточной массы продукта на промышленной установке.
2. Провести опыты на координатном вибромодуляторе с применением двух культур с разным удельным весом и геометрией частиц.

3. Установить частоты наибольшей продуктивности сепарирования (замерив массы отделённого продукта).

4. Составить таблицы результатов испытаний и построить графики производительности сепарирования.

В процессе сепарирования сельскохозяйственных культур решёта и подвергаемый отделению продукт испытывают вибрации.

Вибрация – механические колебания упругих тел, проявляющиеся в перемещении центра их тяжести или оси симметрии в пространстве, а так же в периодическом изменении их формы, которую они имели в статическом состоянии.

Направление действия вибрации определяется ортогональной системой координат x , y , z .

Рассмотрим изменение положения вектора смещения центра тяжести частицы при сортировании на промышленных установках.

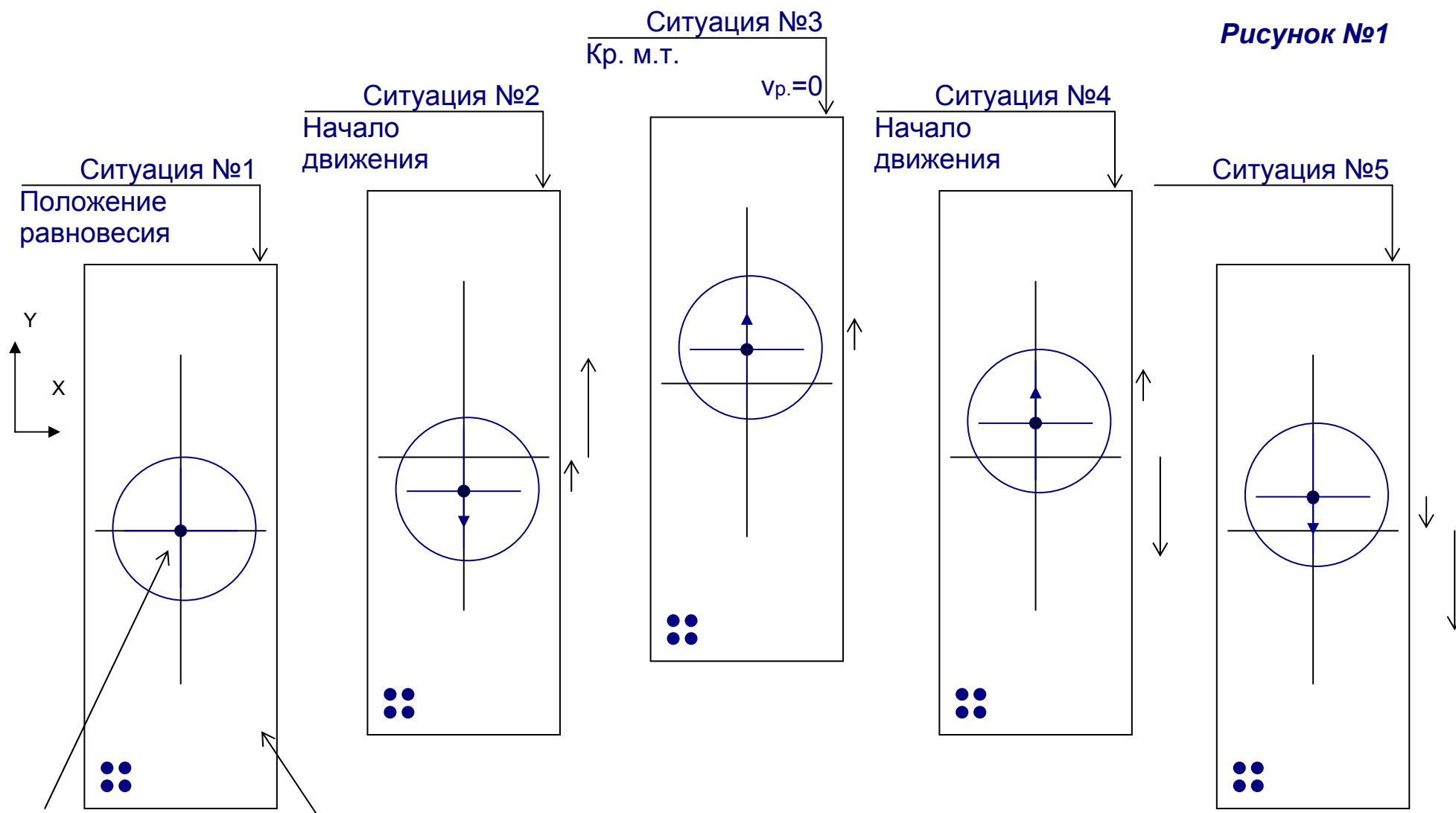


Рисунок №1

$v_{ц.т.} = 0$
 $v_{ч.} = 0$
 $v_r = 0$

$v_{ч.}$ - вектор скорости частицы
 продукта
 v_r - вектор скорости решета

Из рисунка №1 видно, что величины и направления векторов смещения центра тяжести частицы продукта в каждый момент времени находятся в состоянии прямолинейного возвратно-поступательного движения (решёта разные, равно как и скорости движения рабочей части машины и частицы).

Представим ситуацию отделения (откалибровки) частиц продукта на сепараторе промышленного производства.

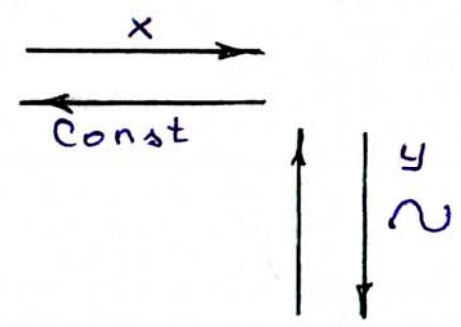
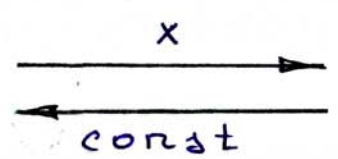
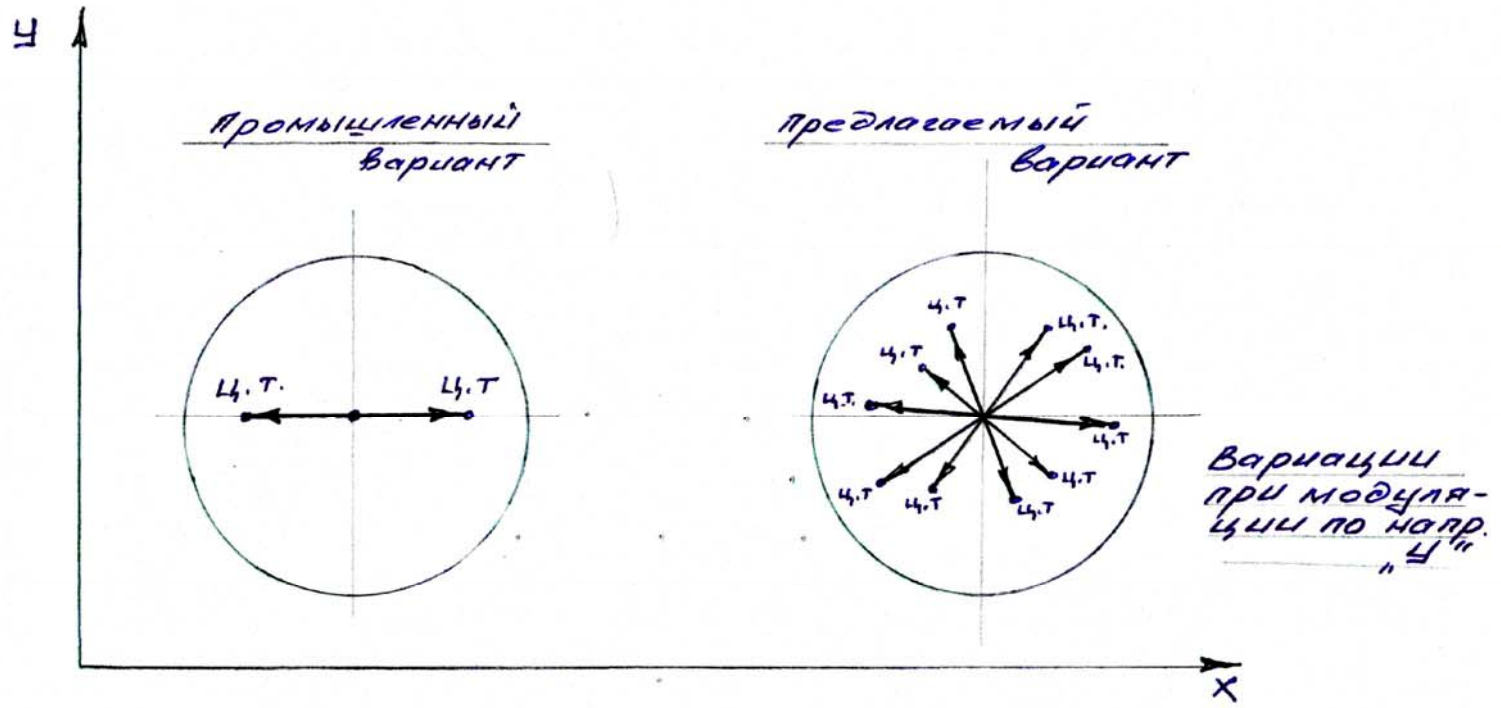
Из рисунка №2 видно, что вероятность откалибровки через отверстия решета имеется у тех частиц, у которых центры тяжести попадают на площадь квадрата, в который вписывается периметр отверстия, а именно: у частиц 2, 3, 4, 7, 8, 9.

Так как перемещение центров тяжести частиц сепарируемого продукта происходит в основном в двух направлениях, продуктивность сепарирования не исчерпывает всех возможностей.

Для увеличения показателя производительности откалибровки предполагается внедрить модуляцию по изменению величин и направлений вектора смещения центров тяжести частиц продукта. При перемещении решета (одновременно) по X с изменением показателя Y в системе XY можно предположить следующий результат (Рисунок №3).

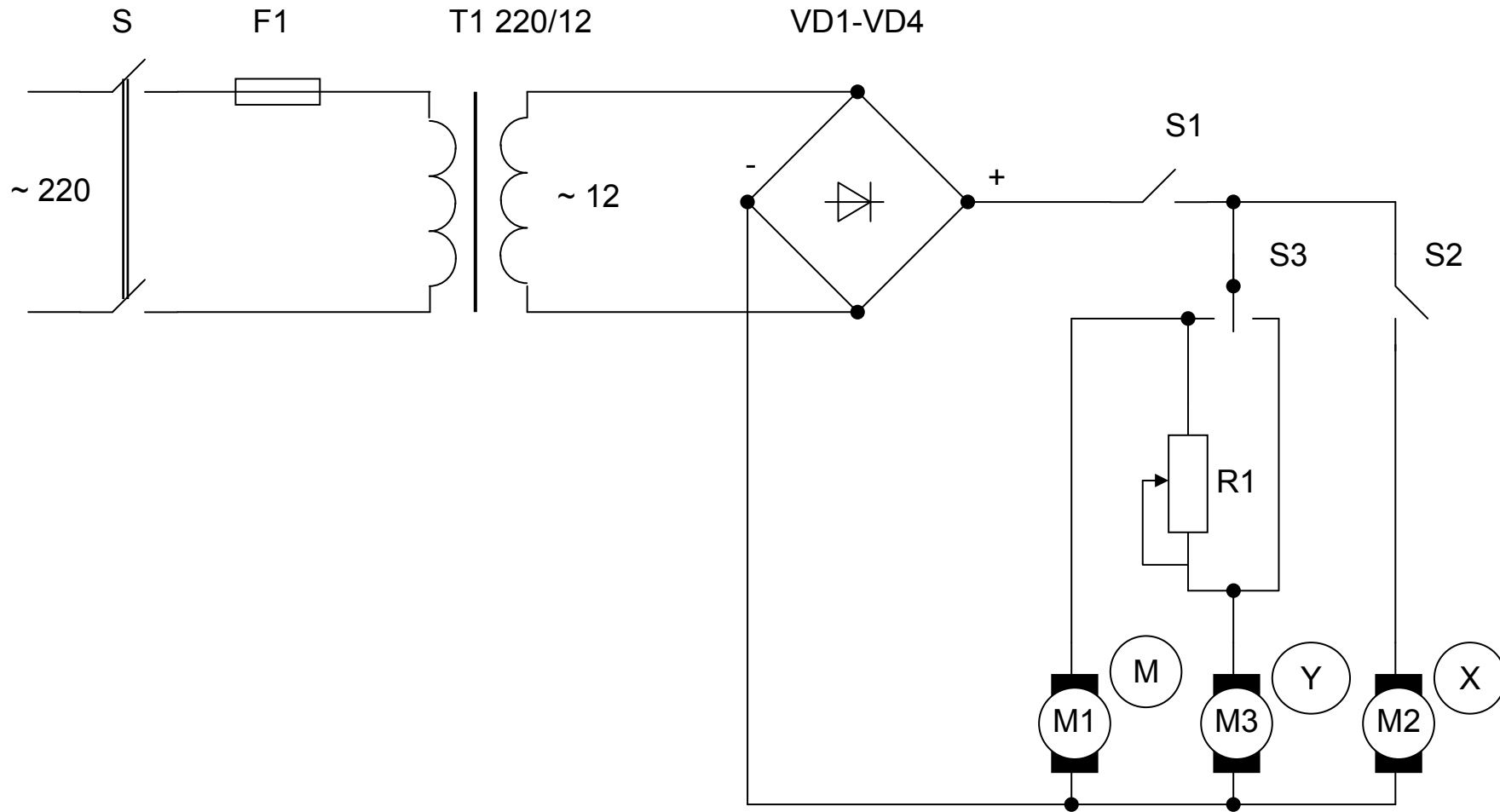
Безусловно изменение вариантности положения центров тяжести частиц продукта должна повысить число «участников» для откалибровки, соответственно увеличения показателя вероятностей нахождения центров тяжести в вышеуказанном периметре.

Рисунок №3



**Принципиальная электрическая схема
координатного вибромодулятора**

Рисунок №6



Для подтверждения гипотезы и проведения эксперимента разработан и изготовлен координатный вибромодулятор.

Параметры прибора:

По оси X – 200 (2 ход./мин);

По оси Y – от 0 до 300 (2 ход./мин)

– от 300 до 0 (2 ход./мин);

Эл. мощность ~ 150 Вт.

Схема электрическая принципиальная на рисунке № 6.

Габариты: 600х400х200 – Блок управления и модуляций;

600х350х200 – Координатный вибромодулятор.

Решето Тип 1, №40 (фрагмент):

Размеры решета - 260х150

Площадь решета - 39000 мм²

Площадь отверстия - 12,56 мм²

Количество отверстий – 1250

Площадь отверстий суммарная – 15700 мм²

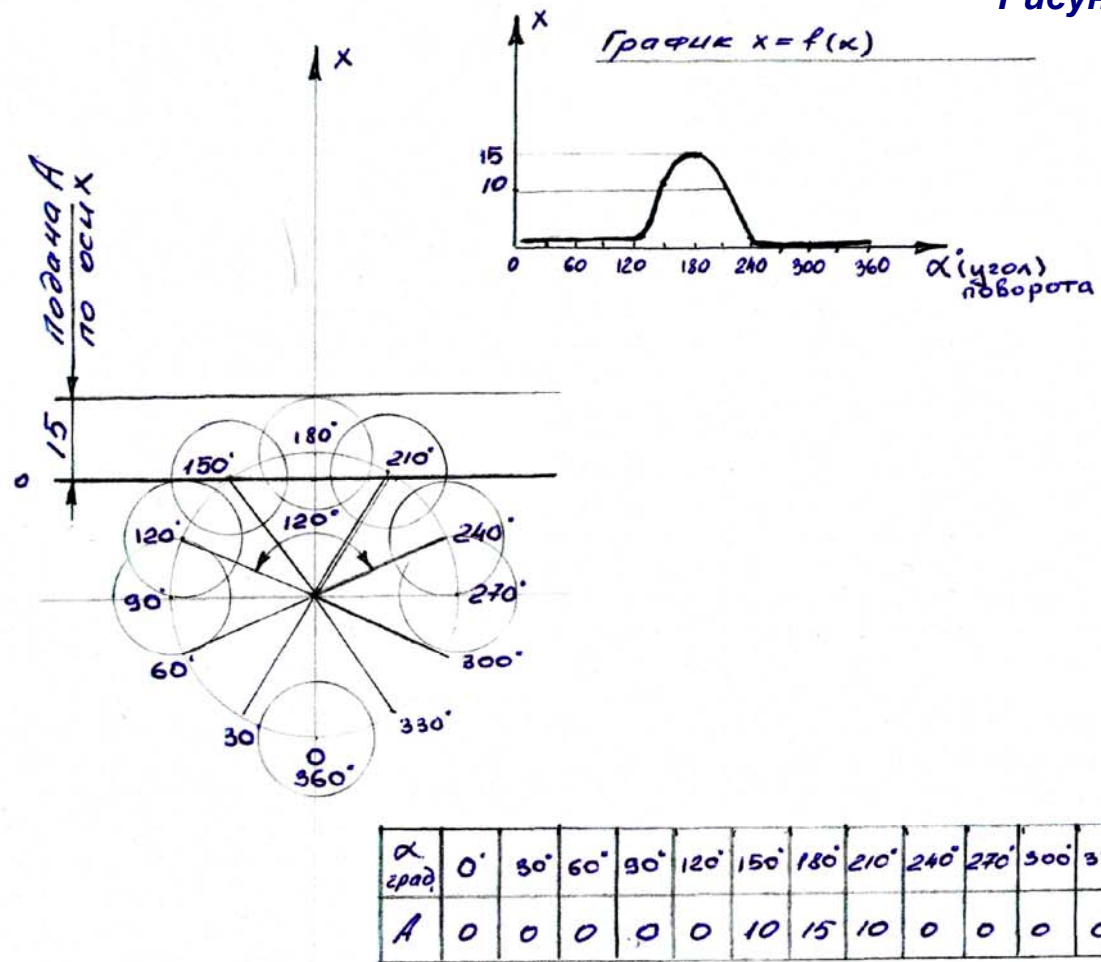
На рисунке №4 представлена кинематическая схема подачи по оси X, а на рисунке №5 – по оси Y.

Опыт №1. Контроль траектории движения рабочей части прибора (решета) в режиме вибромодуляции.

На рабочей части установлен лазерный источник света. При включенном состоянии поток пучка света направлен вверх перпендикулярно горизонтальной плоскости и плоскости решета.

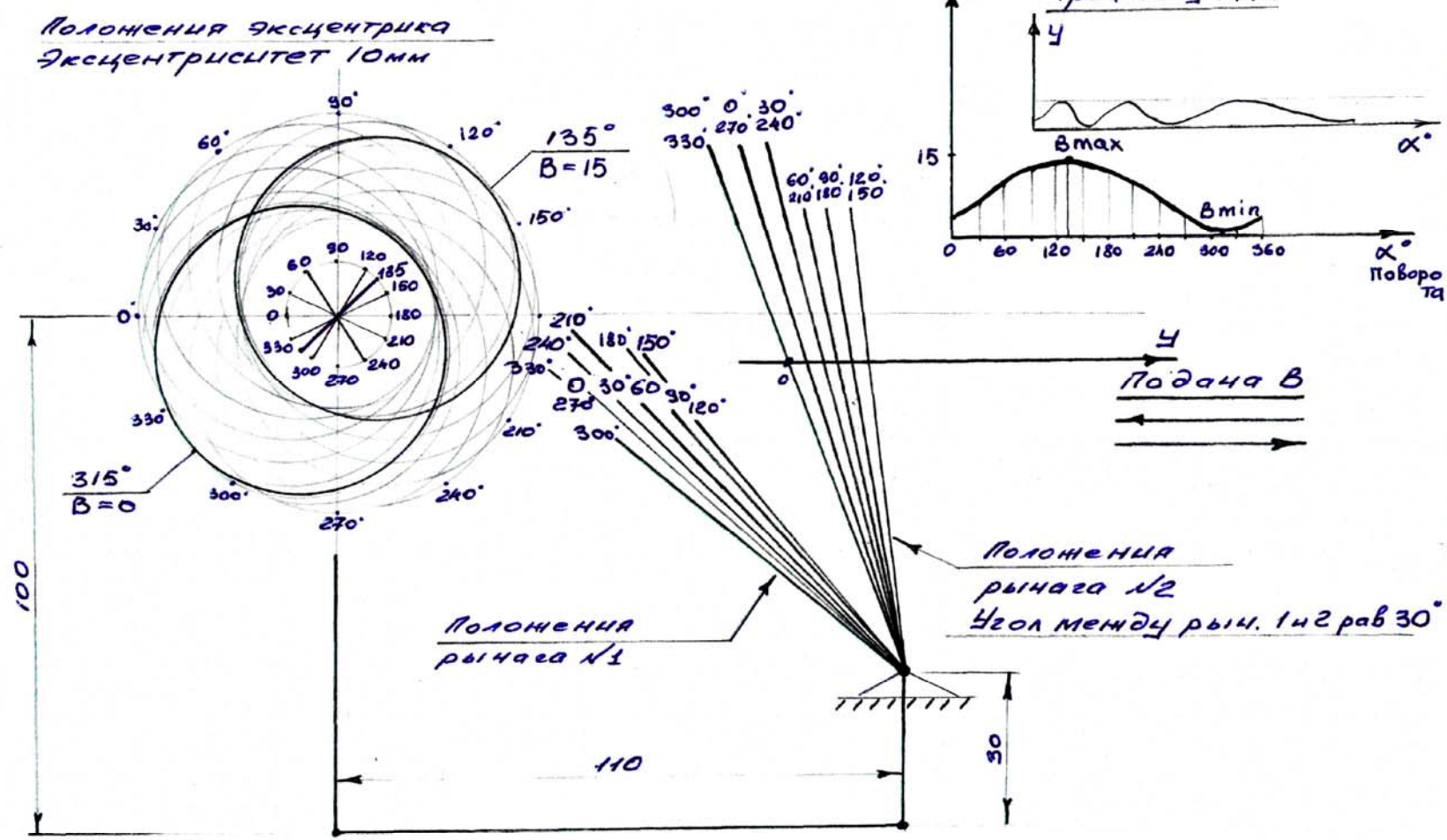
Штативно установленный лист тонкой бумаги имеет отражение в виде точки, которая в режиме работы прибора показывает траекторию движения решета.

Рисунок №4



На рисунке 4 представлена кинематическая схема подачи по оси X.

Рисунок №5



α град	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330
B	4	7	10	13	14	14	13	10	7	4	1	1

На рисунке №7 изображено несколько зарисованных вариантов траекторий, полученных визуально.

По указанным рисункам можно предположить следующие моменты:

1. Различие направлений под разными углами к осям X и Y подтверждает гипотезу об изменении направлений движения центра тяжести частиц сепарируемого продукта для наибольшей вероятности откалибровки последних.

2. Траектории получены разной вариации. Вследствие этого предпочтительно при выяснении вероятности повторения траекторий создать программное обеспечение.

Опыт №2. Определение производительности сепарирования 100% проходных через решето частиц полимера в режиме модуляции и по варианту промышленного образца.

Для исследования используются 500 мл проходных частиц полимера через решето с диаметром 4 мм. Гранулы полимера представляют собой частицы овальной и шарообразной формы, размер которых от 2,5 до 3,9 мм.

Уложенные в контейнер с решетом гранулы подвергаются сепарированию с фиксированием времени в секундах окончания выделения исходного продукта.

Опыт состоит из двух стадий:

1 стадия. Сепарирование в режиме подачи «А» (промышленный вариант) вдоль оси X ~200 (2 ходов/мин).

2 стадия. Сепарирование в режиме подачи А и В (с модуляцией):

А – вдоль оси X ~200 (2 ходов/мин);

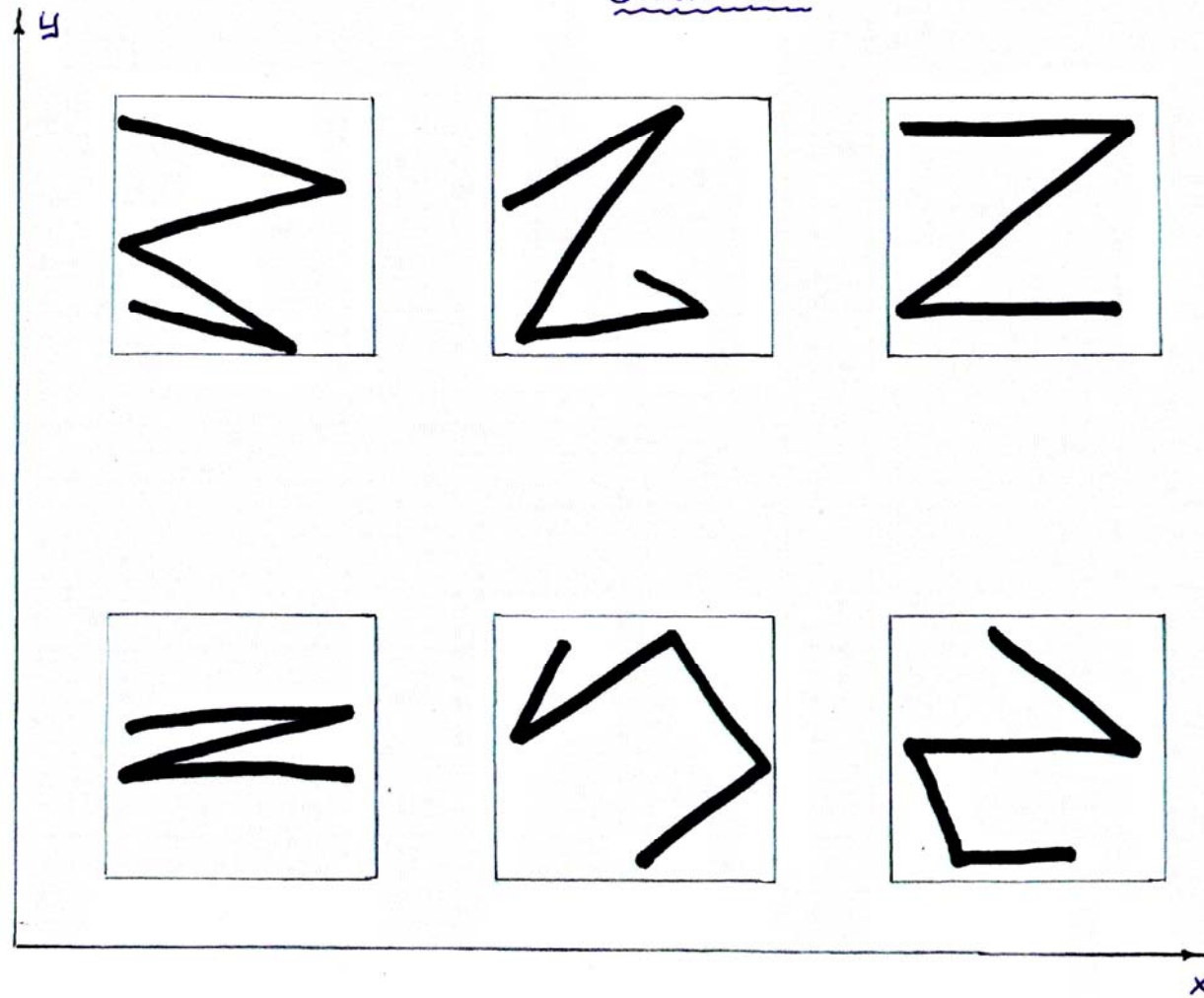
В – вдоль оси Y от 0 до 300 (2 ходов/мин)

и от 300 до 0 с периодом 3 секунды.

Каждая стадия производится трёхкратно. Результаты опыта отражены на рисунке №7, имеются графики производительности сепарирования и таблицы на рисунке №8.

Опыт №1

Рисунок №7



Траектории движения рабочей части прибора, полученные опытным путём.

Опыт №2

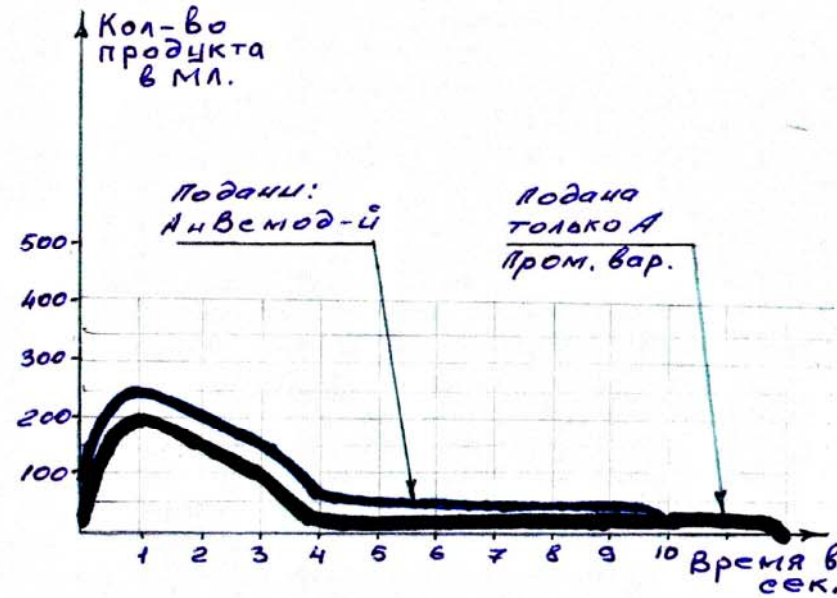
Рисунок №8

1 стадия (Подача А)

Номер замера	1	2	3
Время (с)	13	12	13

2 стадия (Подача А и В (с мод-й))

Номер замера	1	2	3
Время (с)	9	10	10



Опыт №3

Подача А (пром. вар)

Время с	1	2	3
Объем пр-та	120	170	230

Подача А и В с мод-ей

Время с	1	2	3
Объем пр-та	150	230	300

График производительности при разных подачах рабочей части (только А и А и В). Таблицы опытов 2 и 3.

Опыт №3. Определение производительности сепарирования по фиксированному времени (1, 2, 3 секунды).

Опыт производится трёхкратно для каждого интервала времени (1, 2, 3 секунды) с замером объёма отсепарированного продукта (Рисунок №8).

В таблицу занесены результаты средних значений в (мл).

Для дальнейшего развития темы можно выделить следующие перспективы:

1. Разработать модуляцию по направлениям X, Y, Z.
2. Внедрить программное управление процессом сепарирования, включая режимы модуляции по объёму исходного продукта.
3. Рассчитать экономию средств и энергозатрат в масштабах малого и среднего производства.

В результате исследовательской работы поставленные цели и задачи выполнены, а именно подтверждены следующие аспекты:

1. Сложная и регулируемая вибрация повышает производительность при сепарировании сельскохозяйственных культур.
2. Модуляция вибраций по осям X и Y позволяет оптимизировать процессы калибровки с учётом свойств культуры.
3. Координатная вибромодуляция способствует снижению энергозатрат в масштабном производстве по зернопереработке.

Список литературы

1. Салов А.И. Охрана труда на предприятиях автомобильного транспорта: Учебник для студентов автом.-дор. вузов.-3-е изд., перераб. и доп.-М.:Транспорт, 1985.-351с.,ил.,табл.
2. Автомобили ГАЗ 24-10. Устройство, техническое обслуживание, устранение неисправностей.М.:Атласы автомобилей,2001.-232с.:илл.
3. Основы измерения вибрации по материалам фирмы DLI (под редакцией Смирнова В.А.)