



## III. ПЕРЕРОБНІ ТА ХАРЧОВІ ВИРОБНИЦТВА

**Серга Г. В.**

д.т.н., професор

**Таратута В. Д.**

к.т.н., професор

*Федеральное  
государственное  
бюджетное  
образовательное  
учреждение высшего  
образования «Кубанский  
государственный  
аграрный Университет  
имени И. Т. Трубилина»*

**Serga G. V.****Taratuta V. D.**

*Federal State-funded  
Educational Institution of  
Higher Professional  
Education «Kuban State  
Agrarian University Behalf  
of IT. Trubilina»*

**УДК 621.938****ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВИБРАЦИИ В  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ  
ПРОЦЕССАХ ОБМОЛОТА ЗЕРНА  
В ПРЯМОТОЧНЫХ  
ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ  
КОМБАЙНАХ**

*Представлены результаты исследования использования вибрации в технологических процессах в прямоточных комбайнах для обмолота зерна, что существенно повышает пропускную способность молотильно-сепарационного аппарата комбайна за счет выполнения его в виде коаксиально установленных с зазором, изготовленных из отдельных плоских или криволинейных элементов с образованием многозаходной винтовой поверхности винтовых роторов, барабанов и решет, по периметру которых расположены, направленные навстречу друг другу, ломанные правые и левые винтовые линии с винтовыми канавками.*

*Ключевые слова: вибрация, низкочастотные колебания, амплитуда колебаний, винтовые роторы, винтовые барабаны, винтовые решета, зерноуборочный комбайн.*

Агропромышленный комплекс развитых стран мира располагает, и в перспективе будет располагать, возрастающим объемом технических средств производства зерна. Поэтому, повышение их производительности и снижение энергозатрат является важнейшей задачей развитых государств мира. В результате длительной работы в КубГАУ были созданы и запатентованы четырнадцать различных конструкций прямоточных зерноуборочных комбайнов [1–14]. Предлагаемые методы, подходы и конструкторские решения [15] пока опережают мировые и базируются на созданном нами новом направлении в науке и технике – неизвестном ранее классе рабочих органов для обмолота зерна, созданном путем совершенствования формы рабочих органов зерноуборочных комбайнов методами инженерной геометрии и компьютерной графики.

Оригинальные конструкции таких рабочих органов, в которых, в технологических целях, совершают колебания, лишь скошенные жаткой стебельчатые массы, зерно и отходы

(далее сыпучие материалы), названы нами винтовыми роторами, барабанами и решетами (рисунки 1, 2).

Пространственная винтовая форма винтовых роторов, барабанов и решет создана за счет сформированных по их периметру винтовых линий основного и противоположного направления. Возможность придания сыпучим материалам движения с большей амплитудой (25–1000 мм и более) в винтовых роторах, барабанах и решетках реализуется за счет оформления их наружных поверхностей дискретно расположенными по периметру плоскими или криволинейными элементами различных типоразмеров и форм (треугольные, квадратные, прямоугольные, трапециевидные и т. п.), разнонаправленными по отношению к винтовым линиям основного и противоположного направления. Величина их шага определяет характер движения сыпучих материалов от единообразного, до сложного и бесконечно разнообразного в конструкциях винтовых роторов, барабанов и решет, что увеличивает или уменьшает транспортный или технологический эффект.

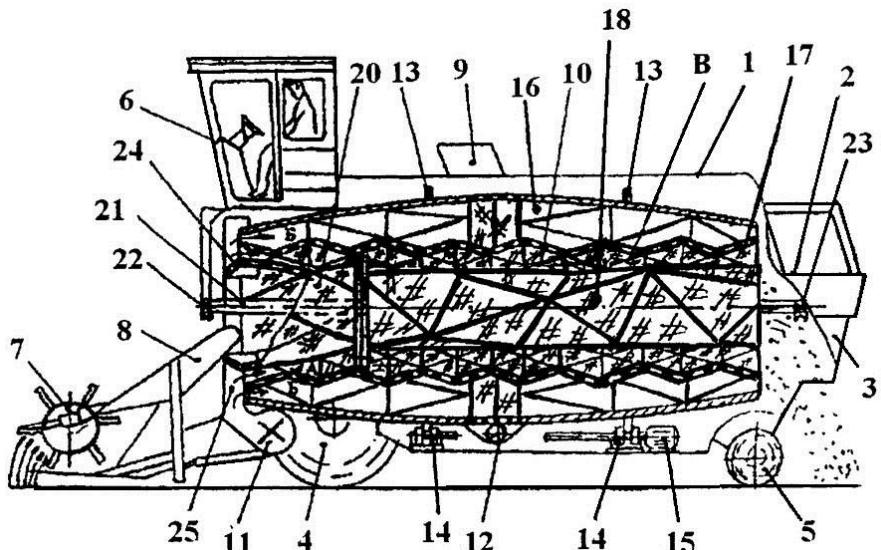
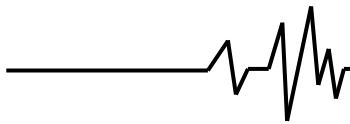


Рис. 1. Зерноуборочний комбайн, вид спереди

1 – Комбайн зерноуборочний, 2 – корпус, 3 – вертикальные боковые стенки, 4 – ведущие колеса, 5 – управляемые колеса, 6 – платформа с кабиной для водителя, 7 – жатка, 8 – наклонная камера, 9 – транспортер зерна, 10 – молотильно-сепарационный аппарат, 11 – воздуходувка, 12 – шнек, 13 – круговые обечайки, 14 – привод, 15 – двигатель, 16 – винтовой барабан, 17 – многосекционный винтовой перфорированный барабан, 18 – внутренний винтовой перфорированный барабан, 20 – винтовое загрузочное приспособление, 21 – ось, 22 – две опоры, 23 – поперечная балка, 24 – конусная съёмная крышка, 25 – круговая обечайка

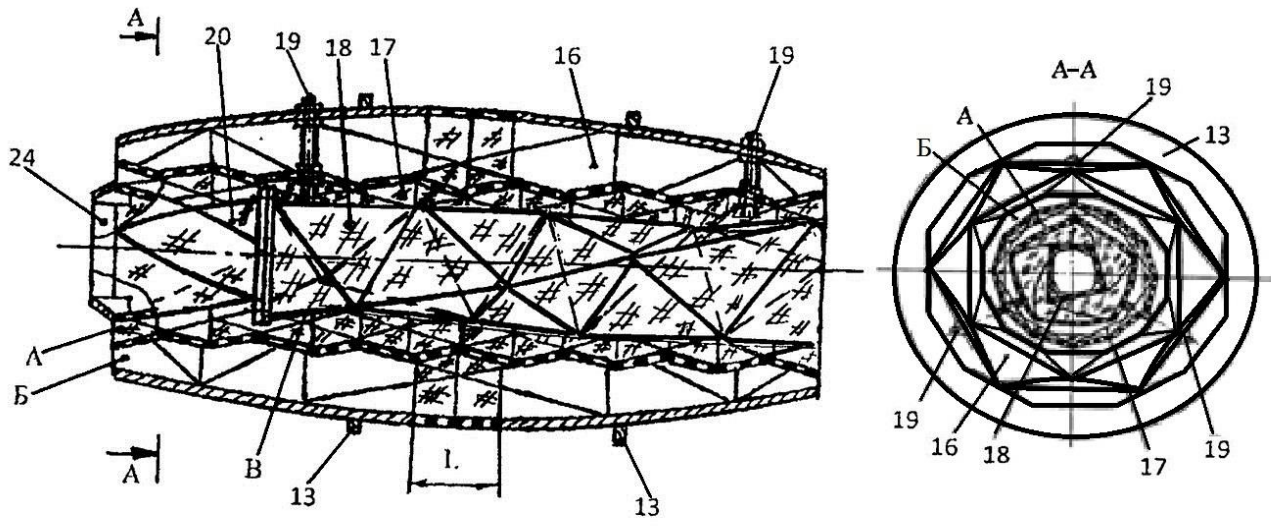
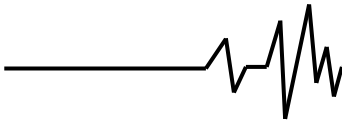


Рис. 2. Молотильно-сепарационный аппарат зерноуборочного комбайна  
13 – круговые обечайки, 16 – винтовой барабан, 17 – многосекционный винтовой перфорированный барабан, 18 – внутренний винтовой перфорированный барабан, 19 – резьбовые шпильки, 20 – винтовое загрузочное приспособление, 24 – конусная съёмная крышка

Использование конструкций комбайнов, в известных устройствах назначения, пропускают существенно способность

предлагаемых в сравнении с аналогичного повышает молотильно-

сепарационного аппарата за счет выполнения его в виде коаксиально установленных с зазором, изготовленных из отдельных плоских или криволинейных элементов с образованием многозаходной винтовой поверхности винтовых



роторов, барабанов и решет, по периметру которых расположены, направленные навстречу друг другу, ломанные правые и левые винтовые линии с винтовыми канавками.

Нами предлагаются рабочие органы зерноуборочных комбайнов, которые не только преобразовывают вращательное движение двигателя в колебательное движение сыпучих материалов с большой амплитудой без традиционных виброактиваторов, без колебаний самих рабочих органов, но и обеспечивают их транспортировку от загрузки к выгрузке. Наличие или отсутствие в винтовых роторах, барабанах и решетках винтовых или зигзагообразных линий противоположного направления, величина их шага определяют характер движения сыпучих материалов от единообразного в одних винтовых роторах, барабанах и решетках до сложного и бесконечно разнообразного в винтовых роторах, барабанах и решетках других конструкций.

В предлагаемых нами прямоочных зерноуборочных комбайнах с оригинальными конструкциями рабочих органов в технологических целях, совершают колебания с большой амплитудой лишь одни сыпучие материалы.

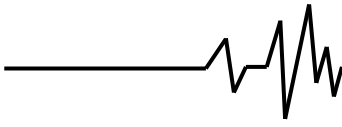
Поэтому, разработка конструкций роторно-винтовых рабочих органов и теории расчета зерноуборочных комбайнов, а также исследование механизма придания сыпучим материалам движения с большой амплитудой (25 – 1000 мм и более) без виброактиваторов, за счет оригинальных конструкции рабочих органов и только при их вращательном движении, поиск оптимальных конструкторских решений прямоочных зерноуборочных комбайнов на базе винтовых роторов, барабанов и решет с использованием для обмолота зерна колебаний больших амплитуд представляет научный и практический интерес.

В известных схемах вибрационных машин масса рабочих органов вместе с массами сыпучих материалов составляет достаточно большую величину, поэтому, большинство современных конструкций вибрационных машин работают в диапазоне амплитуд перемещений лишь от 3 до 10 мм, так как при превышении предельных значений амплитуд происходит отрыв сит, контейнеров и других рабочих органов от станины, т.е. разрушение системы упругих связей. В то же время результаты отечественных и зарубежных исследований показывают, что эффективность работы вибрационных машин прямо пропорциональна величинам амплитуд перемещений. Поэтому, одной из задач

настоящей работы и является разработка теории расчета параметров рабочих органов зерноуборочных комбайнов на базе винтовых роторов, барабанов и решет с использованием для обмолота зерна колебаний больших амплитуд.

Анализ известных научных работ показал, что лишь некоторые ученые пытались исследовать проблемы обработки частиц сыпучих материалов с движением масс при амплитудах перемещений от 10 мм и более.

Нами показана возможность создания и применения вибрации без виброактиваторов, без колебания рабочих органов, и даже без колебаний самих устройств, в которых в технологических целях совершают колебания лишь одни частицы сыпучих материалов. Исходя из характера технологического процесса обработки, время обработки должно быть оптимальным, что, безусловно, усложняет задачу определения размеров винтового ротора, барабана или решет, так как должна решаться задача оптимального управления в целом. Для выявления качественной стороны процесса рассматриваемая задача определения параметров винтового ротора, барабана или решет может быть сужена до следующей: варьируя параметрами, например, временем обработки, необходимо провести моделирование характеристик некоторого условного (при определенных допущениях) движения сыпучих материалов с целью получения аналитических выражений для описания этого движения. Характерной особенностью реального движения сыпучих материалов является то, что при отсутствии разности давлений от каких-то посторонних внешних источников на входе – выходе винтового ротора, барабана или решет перемещение будет вызвано одной активно действующей силой тяжести в направлении винтовых линий при горизонтальном расположении оси вращения ротора, барабана или решет. С другой стороны, на данное перемещение определенное воздействие будут оказывать так называемые контактные силы – силы, образующиеся в результате соударения и обкатывания, а также трения между перемещаемыми частицами сыпучих материалов с внутренней поверхностью вращающегося винтового ротора, барабана или решета. Нужно иметь в виду, что контактные силы участвуют в непосредственной обработке – выполнении технологических процессов, определяют состояние параметра – времени обработки. Интенсивность их воздействия зависит от угловой скорости вращения винтового ротора,



барабана или решета, а также его диаметра, величина которого и определяет амплитуду - величину колебаний. Они имеют двояко выраженную природу:

- направленности, где участвует совместно с силой тяжести в сложном пространственном движении сыпучих материалов, образуя суммарное воздействие;
- стохастичности, где вдоль сложных пространственных траекторий контакты (обкатывания и соударения) носят случайный характер.

Разумеется, разграничить эту природу достаточно сложно, но, тем не менее, необходимо с точки зрения изучения реального процесса и для понимания природы придания сыпучим материалам движения с большой амплитудой 25-1000 мм и более. На сложное пространственное движение сыпучих материалов определяющее влияние при вращении винтового ротора, барабана или решета оказывает достаточно сложная пространственная геометрия углов, образованных ребрами и гранями, среди которых угол наклона образующей винтовой линии к оси вращения винтового ротора, барабана или решета следует считать основным, потому, что он определяет характер перемещения вдоль винтовых линий.

Таким образом, любое моделирование рассматриваемого реального процесса следует проводить с учетом особенностей:

- силы тяжести, контактных сил (взаимодействия частиц сыпучих материалов) при вращении винтового ротора, барабана или решета:

- силы тяжести как активной силы, направленной перпендикулярно к оси вращения винтового ротора, барабана, или решета, вызывающей скатывание частиц сыпучих материалов по винтовым линиям в противоположном направлении.

Следует отметить, что несколько затруднительной при этом остается природа контактных сил.

Отсюда следует, что при моделировании, с целью получения аналитических выражений, придется как-то «загрубить» контактные силы, а также геометрию профиля поперечного сечения, следовательно, точность исследуемых характеристик. А точность последних зависит от соотношения величин сил тяжести и направленной результирующей от контактных сил. Моделирование можно проводить, изучая непрерывное движение частиц сыпучих материалов в целом или в отдельности и изучая их непрерывное движение.

Очевидным допущением при рассмотрении этих моделей является существенное условие:

- частицы сыпучих материалов рассматриваются как сплошная среда с некоторой условной переменной плотностью распределения их масс;
- частицы сыпучих материалов, представляющие совокупность частиц, рассматриваются как материальные точки различной массы.

Процесс непрерывной загрузки сыпучих материалов, а также их выгрузки можно рассматривать как движение некоторой «сплошной среды», где она в винтовом роторе, барабане или решете распределена таким образом, что образуется некоторая «непрерывная условная плотность» - плотность массы потока, образуемого совместно всеми частицами сыпучих материалов.

Возможно, что какими-либо допущениями действующие реальные силы данного процесса, обуславливающие движение непрерывного потока всех частиц сыпучих материалов, их нагрев в результате смешивания (разрушение среды) удастся свести к объемным и поверхностным силам. Тогда можно было бы вычислять с каким-то приближением в заданной точке винтового ротора, барабана или решета массу всех частиц сыпучих материалов, т. е., их скорости, совершающих движение по винтовым линиям.

Причем, недостаточны научные исследования сущности и состояния научной проблемы повышения эффективности разделения частиц сыпучих материалов, установления закономерностей их осуществления. Можно предположить, что увеличение амплитуд колебаний позволит повысить интенсивность процессов отделения зерна и отходов от стельчатой массы, разделения их в дальнейшем при движении к выгрузке, однако этот вопрос является неизученным и требует проработки.

Новизна научного исследования по созданию предлагаемых конструкций прямооточного зерноуборочного комбайна (получен принципиально новый результат, позволяет решать принципиально новые задачи, открывает новые направления развития исследований в науке и технике, обеспечивает усовершенствование известных результатов).

Новизна предложения заключается:

- в расширении эксплуатационных возможностей, за счет использования трех и более коаксиально смонтированных винтовых



роторов, барабанов и винтовых решет, увеличения площадей просеивания зерна и отходов обработки при сохранении общих габаритов комбайна;

– в совмещении молотильной и сепарационной зон в одном молотильно-сепарационном аппарате;

– в совмещении в одном молотильно-сепарационном аппарате разделения сыпучих материалов не только по размерам, но и по весу.

Новизна предложения заключается также в том что:

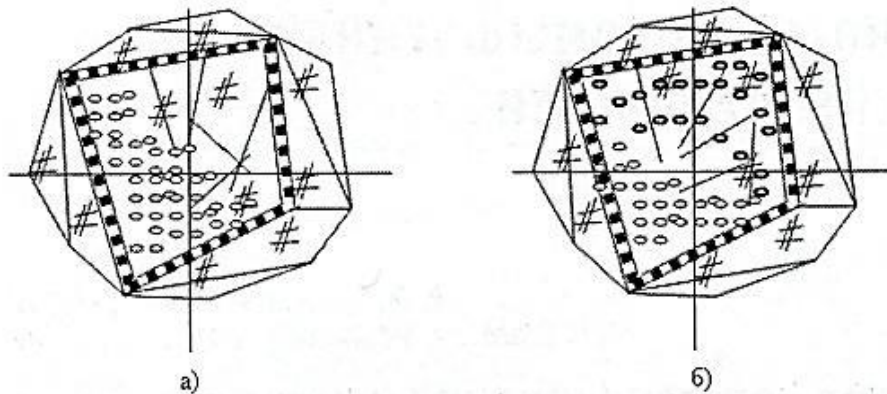
– благодаря конструктивным особенностям винтовых роторов, барабанов и винтовых решет обеспечивается высокое качество разделения частиц сыпучих материалов за счет увеличения частоты и энергоемкости взаимодействия их частиц не только друг с другом, но и со стенками винтовых роторов, барабанов, или решет, что повышает интенсивность смешивания, увеличивает производительность и расширяет технологические возможности комбайна;

– внутри наружного винтового барабана комбайна, со сложной внутренней поверхностью, в виде сочетания двух криволинейных поверхностей, в каждой точке возникают разнонаправленные составляющие движения, что повышает интенсивность движения частиц сыпучих материалов в зоне между средним винтовым решетом комбайна и

наружным винтовым барабаном, обеспечивает качественное и интенсивное разделение и вывод мелкого сора движущимся от воздухоудовки потоком воздуха;

Ранее нами проведены исследования процессов, происходящих внутри винтовых роторов, барабанов или решет [15].

На рисунке 4 показана, схема движения частиц внутри винтового решета в плоскости, перпендикулярной к оси вращения (поперечное сечение). Масса частиц, передвигаясь непрерывным потоком внутри вращающегося винтового решета, увлекается плоскими ситами и в определенный момент скатывается в лавинообразном (рисунок 4, а) или водопадном (рисунок 4, б) режимах, продвигаясь при этом в осевом направлении до тех пор, пока не перейдет на соседнюю поверхность сита другого направления. Попав на эту поверхность, частицы изменяют направление осевого перемещения и движутся уже под углом к горизонтальному направлению движения и так далее, обеспечивая в винтовых решетках создание сложнопространственного движения в виде колебаний с большой амплитудой, величина которой определяется диаметром винтового решета, размерами и расположением плоских сит, образующих в совокупности дискретную поверхность винтового решета.



**Рис. 3. Схема движения частиц сыпучих сред  
а) лавинообразный режим, б) водопадный режим**

При лавинообразном движении (рисунок 3,а) часть массы частиц вместе с примесями, увлекаемая плоскими ситами, поднявшись по направлению движения винтового решета несколько выше угла своего естественного откоса, скатывается лавинообразно вниз. При скатывании

верхние слои частиц вращаются вокруг собственной оси и втягивают близлежащие слои частиц. В результате интенсивного перемешивания и движения по сложным траекториям одновременно происходит процесс интенсивного самосортирования, просеивания. Под водопадным режимом





(рисунок 3,б) понимается такое движение, при котором частицы, вследствие возникающих при вращении центробежных сил, поднимаются по направлению движения плоских сит винтового решета значительно выше угла своего естественного откоса,

затем отрываются от него и под действием силы тяжести падают вниз, соударяясь со слоем частиц, движущихся под другим углом, или слоем частиц, находящихся на поверхности другого плоского сита решета.

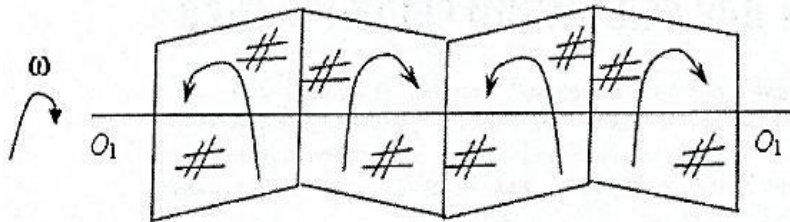


Рис. 4. Схема движения частиц сред по длине винтового решета

В действительности движение масс частиц в винтовых роторах, барабанах, решетах отличается от теоретического описанного выше. В зависимости от габаритов винтовых роторов, барабанов, решет, коэффициента заполнения ( $K_v$ ), скорости вращения и ряда других факторов большая или меньшая часть частиц может работать в лавинообразном режиме, а остальная – в водопадном, в этом случае имеет место смешанный, водопадно-лавинообразный режим. Наличие по периметру винтовых роторов, барабанов, решет всех отделов, классов и подклассов сит различной формы и размеров (рисунок 4), направленных под углом не только к оси винтовых решет  $O_1-O_1$  но и друг к другу, изменяет направление движения частиц в поперечном сечении, сообщая им дополнительное движение и направляет их по плоскостям, перпендикулярным плоским стенкам или ситам.

Это дополнительное движение по углу наклона и энергоемкости различно для каждого класса, отдела и подкласса. Таким образом, плоские стенки или сита винтовых роторов, барабанов, решет разнонаклоненные к оси вращения и друг к другу, отличающиеся по площади по размерам и конфигурации, работая как полки, захватывают различные по объему порции частиц сыпучих материалов, перемещают их в направлении вращения винтового решета, подают эти порции на плоскости, расположенные под некоторым углом к оси вращения. При этом нарушается стационарность движения потоков частиц

сыпучих материалов, которые направляются навстречу друг другу.

Проведенными исследованиями установлено, что скорость движения частиц сыпучих материалов в винтовых роторах, барабанах, решетах в диапазоне частот от 0 до 20 об/мин незначительна, а при более 70 об./мин она резко снижается, поэтому целесообразно и достаточно получить зависимости (расчетные формулы) для определения скорости продольного перемещения частиц сыпучих материалов в диапазоне частот вращения от 20 до 70 об/мин [15]. Введя в уравнение постоянную  $G$  (мм), которая выражена через характеристики винтовых решет

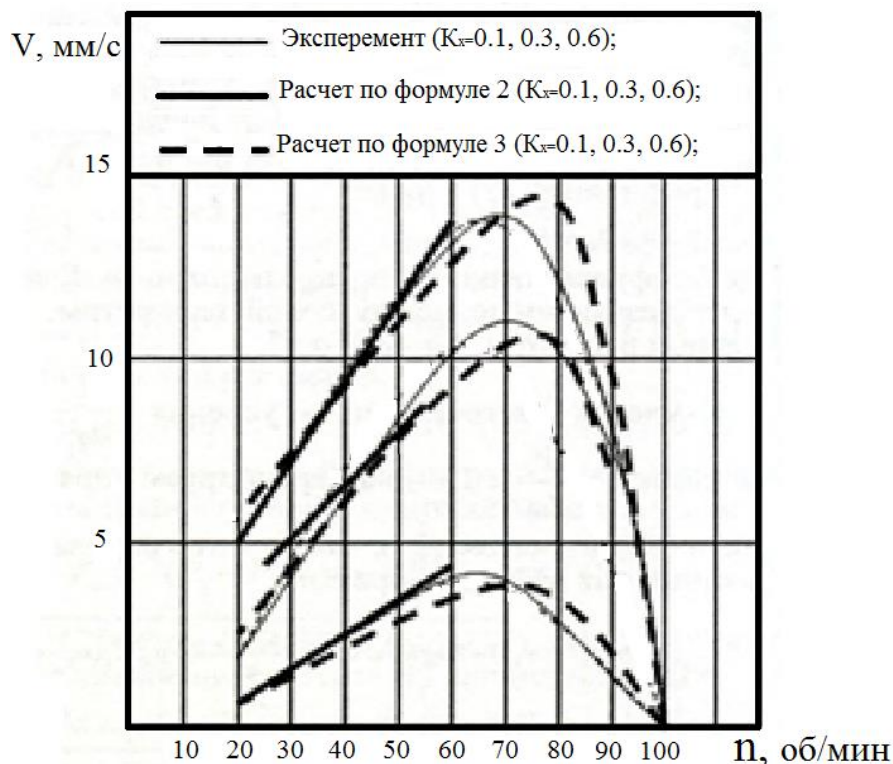
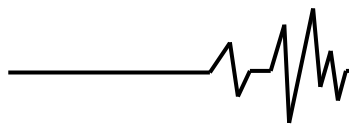
$$G = r \cdot \operatorname{tg} j \quad (1)$$

получим уравнение для определения скорости продольного перемещения частиц сыпучих материалов при частотах вращения винтовых решет от 20 до 70 об/мин.

$$V = G + C, \text{ мм/с} \quad (2)$$

где  $C$  – коэффициент определяющийся в зависимости от конструктивных особенностей прямооточного зерноуборочного комбайна.

Анализ накопленных аналитических и экспериментальных исследований позволил выявить винтовых решет признаки, которые характеризуют только их особенности при всех условиях работы и получить



**Рис. 5. Сравнение результатов экспериментальных и теоретических исследований скорости продольного перемещения частиц сыпучих материалов в винтовых решетках**

Анализ накопленных аналитических и экспериментальных исследований позволил выявить в винтовых роторах, барабанах и решетках признаки, которые характеризуют только их особенности при всех условиях работы и получить зависимости для определения продольной скорости перемещения частиц сыпучих материалов вдоль оси вращения винтовых решет в виде:

$$V = A_0 \cdot (B_1 \omega^2 + B_2 \omega + B_3) \quad (3)$$

где  $A_0$  – коэффициент, зависящий от условий работы винтовых роторов, барабанов и решет ( $A_0 = f(K_v, m_1, m_2)$ ),  $B_1$ ,  $B_2$ ,  $B_3$  – коэффициенты характеризующие конструктивные особенности винтовых роторов, барабанов, решет.

Проведённые исследования использования вибрации в технологических процессах в прямоточных комбайнах для обмолота зерна показали, что в результате совершенствования форм рабочих органов комбайнов методами инженерной геометрии и компьютерной графики можно успешно осуществлять не только обмолот зерна, но и отделочно-зачистную и упрочняющую обработку, транспортировку предметов,

перемешивание, разрушение предметов, сепарацию, сушку, измельчение, например:

– в машиностроении при выполнении отделочно-зачистной обработки на отдельных ее разновидностях (черновая обработка, снятие заусенцев) удается повысить производительность в 1,2-1,5 раза (16);

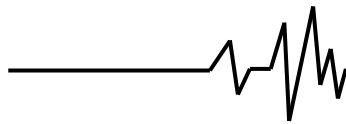
– в химической промышленности при изготовлении краски повышается производительность в 1,1 -1,3 раза (17);

– в пищевой и легкой промышленности при выполнении отдельных операций, например, сепарации сыпучих сред, галтовки пельменей, можно добиться повышения производительности в 1,4-1,5 раза (18);

– в сельском хозяйстве для приготовления кормов, очистки семян, сушки куриного помета, мойки корнеклубнеплодов возможно повышение производительности в 1,8-2 раза (19);

– в строительстве и производстве строительных материалов использование винтовых роторов обеспечивает повышение производительности в 1,1-1,5 раза.

Для реализации результатов исследований представляется рабочей документация на предлагаемое технологическое оборудование.



## Список использованных источников

1. Пат. 2442312, Российская Федерация, МПК А01 D 41/00, А 01 F 7/06. Комбайн зерноуборочный / Г. В. Серга, В. Д. Таратута ; заявитель и патентообладатель Кубанский госагроуниверситет. № 2010118929/13; заявл. 11.05.2010; опубл. 20.02.2012, бюл. № 5 – 33с.
2. Пат. 2488987, Российская Федерация, МПК А01 D 41/00, А 01 F 7/06. Прямоточный зерноуборочный комбайн / Г. В. Серга, В. Д. Таратута ; заявитель и патентообладатель Кубанский госагроуниверситет. № 2011134987/13; заявл. 19.08.2011; опубл. 10.08.2013, бюл. № 22
3. Пат. 2391808, Российская Федерация, МПК А01 D 41/00, А 01 F 7/06. Прямоточный зерноуборочный комбайн / Г. В. Серга, В. В. Цыбулевский, В. Д. Таратута ; заявитель и патентообладатель Кубанский госагроуниверситет. № 2008148639/12; заявл. 09.12.2008; опубл. 20.06.2010, бюл. № 17 – 21с.
4. Пат. 2491809, Российская Федерация, МПК А01 D 41/00, А 01 F 7/06, А 01 F 12/18. Комбайн зерноуборочный / Г. В. Серга, В. Д. Таратута ; заявитель и патентообладатель Кубанский госагроуниверситет. № 2012109057/13; заявл. 11.03.2012; опубл. 10.09.2013, бюл. № 25.
5. Пат. 2435358, Российская Федерация, МПК А01 D 41/00, А 01 F 7/06, А 01 F 12/18. Зерноуборочный комбайн / Г. В. Серга, В. Д. Таратута ; заявитель и патентообладатель Кубанский госагроуниверситет. № 2010119156/13; заявл. 12.05.2010; опубл. 10.12.2011, бюл. № 34 – 27с.
6. Пат. 2494599, Российская Федерация, МПК А01 D 41/00, А 01 F 7/06, А 01 F 12/18. Комбайн зерноуборочный прямоточный / Г. В. Серга, В. Д. Таратута ; заявитель и патентообладатель Кубанский госагро-университет. № 2012115165/13; заявл. 16.04.2012; опубл. 10.10.2013, бюл. № 28.
7. Пат. 2494600, Российская Федерация, МПК А01 D 41/00, А 01 F 7/06, А 01 F 12/18. Зерноуборочный прямоточный комбайн / Г. В. Серга, В. Д. Таратута ; заявитель и патентообладатель Кубанский госагроуниверситет. № 2012110613/13; заявл. 20.03.2012; опубл. 10.10.2013, бюл. № 28.
8. Пат. 2494601, Российская Федерация, МПК А01 D 41/00, А 01 F 7/06, А 01 F 12/18. Комбайн зерноуборочный прямоточный / Г. В. Серга, В. Д. Таратута ; заявитель и патентообладатель Кубанский госагроуниверситет. № 2012121216/13; заявл. 23.05.2012; опубл. 10.10.2013, бюл. № 28.
9. Пат. 2535946, Российская Федерация, МПК А01 D 41/00, А 01 F 7/06. Зерноуборочный комбайн прямоточный / Г. В. Серга, В. Д. Таратута ; заявитель и патентообладатель Кубанский госагроуниверситет. № 2013136483/13; заявл. 02.08.2013; опубл. 20.12.2014, бюл. № 35.
10. Пат. 2536497, Российская Федерация, МПК А01 D 41/00, А 01 F 7/06, А 01 F 12/18. Комбайн зерноуборочный / Г. В. Серга, В. Д. Таратута ; заявитель и патентообладатель Кубанский госагроуниверситет. № 2013136481/13; заявл. 02.08.2013; опубл. 27.12.2014, бюл. № 36.
11. Пат. 2547934, Российская Федерация, МПК А01 D 41/00, А 01 F 7/06, А 01 F 12/18. Комбайн зерноуборочный прямоточный / Г. В. Серга, В. Д. Таратута ; заявитель и патентообладатель Кубанский госагроуниверситет. № 2013153784/13; заявл. 04.12.2013; опубл. 10.04.2015, бюл. № 10.
12. Пат. 2547926, Российская Федерация, МПК А01 D 41/00. Комбайн зерноуборочный прямоточный / Г. В. Серга, С. М. Резниченко ; заявитель и патентообладатель Кубанский госагроуниверситет. № 2013157159/13; заявл. 23.12.2013; опубл. 10.04.2015, бюл. № 10.
13. Пат. 2559282, Российская Федерация, МПК В 07В 1/18. Прямоточный комбайн зерноуборочный / Г. В. Серга, В. Д. Таратута ; заявитель и патентообладатель Кубанский госагроуниверситет. № 2014129155/03; заявл. 15.07.2014; опубл. 10.08.2015, бюл. № 22.
14. Пат. 153486, Российская Федерация, МПК А01 D 41/00. Прямоточный комбайн зерноуборочный / Г. В. Серга, В. Д. Таратута ; заявитель и патентообладатель Кубанский госагроуниверситет. № 2013157719/13; заявл. 24.12.2013; опубл. 20.07.2015, бюл. № 20.
15. Серга Г.В., Белокур К.А., Иванов А.Н. Вибрационные технологии с большой амплитудой движения масс загрузки //Вібрації в техніці та технологіях, 2010.-№4(60). С.49-64.
16. Пат.1433774, Российская Федерация, МПК В24В 31/02. Устройство для голтовки / Г.В.Серга, заявитель и патентообладатель Армавирский Государственный Педагогический Институт № 4234030заявл. 08.03.1987, опубл. 30.10.1988. - 4 с. : ил.
17. Пат. 1349780, Российская Федерация, МПК В02 С17/02, Трубная мельница / Г.В.Серга, заявитель и патентообладатель Армавирская Государственная Педагогическая институт №





3994579 заявл. 09.10.1985 опубл. 07.11.1987, Бюл. № 41.

18. Пат. 2264843, Российская Федерация, МПК В01D45/12. Прямоточный спиральный сепаратор / Г.В.Серга, К.М. Кретинин, Ю.Д. Сычев; заявитель и патентообладатель Кубанский госагроуниверситет. № 2004119665/15; заявл. 28.06.2004; опубл. 27.11.2005, Бюл. № 33.

19. Пат. 2296629, Российская Федерация, МПК В07 В 1/22, Семяочистительная машина / Г.В.Серга, Д.В. Квиткин, А.В. Фоменко, Л.Н. Луговая; заявитель и патентообладатель Кубанский госагроуниверситет. № 2003137260/03; заявл. 23.12.2003; опубл. 10.04.2007, Бюл. № 10.

20. Пат. 2351467, Российская Федерация, МПК В28С5/14. Бетоносмеситель для приготовления бетона / Г.В. Серга, К.М. Кретинин; заявитель и патентообладатель Кубанский госагроуниверситет. № 2007124942/03; заявл. 02.07.2007; опубл. 10.04.2009, Бюл. № 10.

#### Список источников в транслитерации

1. Пат. 2442312, Rossiyskaya Federatsiya, МПК А01 D 41/00, А 01 F 7/06. Kombayn zernouborochnyy / G. V. Serga, V. D. Taratuta ; заявитель i patentoobladatel Kubanskiy gosagrouniversitet. № 2010118929/13; заявл. 11.05.2010; опубл. 20.02.2012, byul. 5 –№ 33s.

2. Пат. 2488987, Rossiyskaya Federatsiya, МПК А01 D 41/00, А 01 F 7/06. Pryamotochnyy zernouborochnyy kombayn / G. V. Serga, V. D. Taratuta ; заявитель i patentoobladatel Kubanskiy gosagrouniversitet. № 2011134987/13; заявл. 19.08.2011; опубл. 10.08.2013, byul. № 22

3. Пат. 2391808, Rossiyskaya Federatsiya, МПК А01 D 41/00, А 01 F 7/06. Pryamotochnyy zernouborochnyy kombayn / G. V. Serga, V. V. Tsyibulevskiy, V. D. Taratuta ; заявитель i patentoobladatel Kubanskiy gosagrouniversitet. № 2008148639/12; заявл. 09.12.2008; опубл. 20.06.2010, byul. № 17 – 21s.

4. Пат. 2491809, Rossiyskaya Federatsiya, МПК А01 D 41/00, А 01 F 7/06, А 01 F 12/18. Kombayn zernouborochnyy / G. V. Serga, V. D. Taratuta ; заявитель i patentoobladatel Kubanskiy gosagrouniversitet. № 2012109057/13; заявл. 11.03.2012; опубл. 10.09.2013, byul. № 25.

5. Пат. 2435358, Rossiyskaya Federatsiya, МПК А01 D 41/00, А 01 F 7/06, А 01 F 12/18. Zernouborochnyy kombayn / G. V. Serga, V. D. Taratuta ; заявитель i patentoobladatel

Kubanskiy gosagrouniversitet. № 2010119156/13; заявл. 12.05.2010; опубл. 10.12.2011, byul. № 34 – 27s.

6. Пат. 2494599, Rossiyskaya Federatsiya, МПК А01 D 41/00, А 01 F 7/06, А 01 F 12/18. Kombayn zernouborochnyy pryamotochnyy / G. V. Serga, V. D. Taratuta ; заявитель i patentoobladatel Kubanskiy gosagrouniversitet. № 2012115165/13; заявл. 16.04.2012; опубл. 10.10.2013, byul. № 28.

7. Пат. 2494600, Rossiyskaya Federatsiya, МПК А01 D 41/00, А 01 F 7/06, А 01 F 12/18. Zernouborochnyy pryamotochnyy kombayn / G. V. Serga, V. D. Taratuta ; заявитель i patentoobladatel Kubanskiy gosagrouniversitet. № 2012110613/13; заявл. 20.03.2012; опубл. 10.10.2013, byul. № 28.

8. Пат. 2494601, Rossiyskaya Federatsiya, МПК А01 D 41/00, А 01 F 7/06, А 01 F 12/18. Kombayn zernouborochnyy pryamotochnyy / G. V. Serga, V. D. Taratuta ; заявитель i patentoobladatel Kubanskiy gosagrouniversitet. № 2012121216/13; заявл. 23.05.2012; опубл. 10.10.2013, byul. № 28.

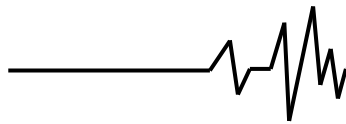
9. Пат. 2535946, Rossiyskaya Federatsiya, МПК А01 D 41/00, А 01 F 7/06. Zernouborochnyy kombayn pryamotochnyy / G. V. Serga, V. D. Taratuta ; заявитель i patentoobladatel Kubanskiy gosagrouniversitet. № 2013136483/13; заявл. 02.08.2013; опубл. 20.12.2014, byul. № 35.

10. Пат. 2536497, Rossiyskaya Federatsiya, МПК А01 D 41/00, А 01 F 7/06, А 01 F 12/18. Kombayn zernouborochnyy / G. V. Serga, V. D. Taratuta ; заявитель i patentoobladatel Kubanskiy gosagrouniversitet. № 2013136481/13; заявл. 02.08.2013; опубл. 27.12.2014, byul. № 36.

11. Пат. 2547934, Rossiyskaya Federatsiya, МПК А01 D 41/00, А 01 F 7/06, А 01 F 12/18. Kombayn zernouborochnyy pryamotochnyy/ G. V. Serga, V. D. Taratuta ; заявитель i patentoobladatel Kubanskiy gosagrouniversitet. № 2013153784/13; заявл. 04.12.2013; опубл. 10.04.2015, byul. №10.

12. Пат. 2547926, Rossiyskaya Federatsiya, МПК А01 D 41/00. Kombayn zernouborochnyy pryamotochnyy / G. V. Serga, S. M. Reznichenko; заявитель i patentoobladatel Kubanskiy gosagrouniversitet. № 2013157159/13; заявл. 23.12.2013; опубл. 10.04.2015, byul. № 10.

13. Пат. 2559282, Rossiyskaya Federatsiya, МПК V 07V 1/18. Pryamotochnyy kombayn zernouborochnyy / G. V. Serga, V. D. Taratuta ; заявитель i patentoobladatel Kubanskiy gosagrouniversitet. № 2014129155/03; заявл. 15.07.2014; опубл. 10.08.2015, byul. № 22.



14. Pat. 153486, Rossiyskaya Federatsiya, MPK A01 D 41/00. Pryamotochnyy kombayn zernoborochnyy / G. V. Serga, V. D. Taratuta ; zayavitel i patentoobladatel Kubanskiy gosagrouniversitet. № 2013157719/13; zayavl. 24.12.2013; opubl. 20.07.2015, byul. № 20.

15. Serga G.V., Belokur K.A., Ivanov A.N. Vibratsionnyie tehnologii s bolshoy amplitudoy dvizheniya mass zagruzki //Vibratsii v tehniits ta tehnologiyah, 2010.- №4(60). S.49-64.

16. Pat.1433774, Rossiysaya Federatsiya, MPK B24B 31/02. Ustroystvo dlya goltovki / G.V.Serga, zayavitl i patentoobladatel Armavirskiy Gosudarstvennyiy Pedagogicheskii Institut № 4234030zayavl. 08.03.1987, opubl. 30.10.1988. - 4 s. : il.

17. Pat. 1349780, Rossiysaya Federatsiya, MPK B02 C17/02, Trubnaya melnitsa / G.V.Serga, zayavitel i patentoobladatel Armavirskaya Gosudarstvennaya Pedagogicheskaya institut № 3994579 zayavl. 09.10.1985 opubl. 07.11.1987, Byul. № 41.

18. Pat. 2264843, Rossiyskaya Federatsiya, MPK B01D45/12. Pryamotochnyiy spiralnyiy separator / G.V.Serga, K.M. Kretinin , Yu.D. Syichev; zayavitel i patentoobladatel Kubanskiy gosagrouniversitet. № 2004119665/15; zayavl. 28.06.2004; opubl. 27.11.2005, Byul. № 33.

19. Pat. 2296629, Rossiyskaya Federatsiya, MPK B07 B 1/22 ,Semyaochistitelnaya mashina / G.V.Serga, D.V. Kvitkin , A.V. Fomenko, L.N. Lugovaya; zayavitel i patentoobladatel Kubanskiy gosagrouniversitet. № 2003137260/03; zayavl. 23.12.2003; opubl. 10.04.2007, Byul. № 10.

20. Pat. 2351467, Rossiyskaya Federatsiya, MPK B28C5/14. Betonosmesitel dlya prigotovleniya betona / G.V.Serga, K.M. Kretinin ; zayavitel i patentoobladatel Kubanskiy gosagrouniversitet. № 2007124942/03; zayavl. 02.07.2007; opubl. 10.04.2009, Byul. № 10.

### ВИКОРИСТАННЯ ВІБРАЦІЇ В ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСАХ ОБМОЛОТУ ЗЕРНА В ПРЯМОТОЧНИХ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНАХ

**Анотація.** Представлені результати дослідження використання вібрації в технологічних процесах в прямоточних комбайнах для обмолоту зерна, що істотно підвищує пропускну здатність молотильно-сепарації апарату комбайна за рахунок виконання його у вигляді коаксіально встановлених з зазором, виготовлених з окремих плоских або криволінійних елементів з утворенням многозаходної гвинтової поверхні гвинтових роторів, барабанів і решіт, по периметру яких розташовані, спрямовані назустріч один одному, ламані праві і ліві гвинтові лінії з гвинтовими канавками.

**Ключові слова:** вібрація, низькочастотні коливання, амплітуда коливань, гвинтові ротори, гвинтові барабани, гвинтові решета, зернозбиральний комбайн.

### USE OF VIBRATION IN THE TECHNOLOGICAL PROCESSES OF THE GROUND OF GRAIN IN THE DIRECTLY GRAINED COMBINES

**Annotation.** Presented are the results of a study of the use of vibration in technological processes in ramjet combines for threshing grain, which significantly increases the throughput of the combine's threshing separating apparatus by performing it in the form of coaxially installed with a gap made of individual planar or curvilinear elements with the formation of a multi-screw thread surface of screw rotors, drums and sieves, on the perimeter of which are located, directed towards each other, broken right and left screw lines with screw grooves.

**Key words:** vibration, low-frequency oscillations, amplitude of vibrations, screw rotors, screwdrives, screws, grains combine.