

Паламарчук И. П.

Цуркан О. В.

Гурич А. Ю.

*Винницкий
национальный
аграрный университет*

Palamarchuk I. P.

Tsurkan O. V.

Hurich A. Yu.

*Vinnitsia National
Agrarian University*

УДК 631.3.06:621.929.7:664

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМБИНИРОВАННОГО ВИБРОМЕХАНИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ В ПРОЦЕССАХ ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ И ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Вибрационное технологическое действие, как регулятор общего динамического состояния определенной технической системы, уже показало уникальный позитивный эффект при реализации механических процессов перемешивания, измельчения, сушки, разделения неоднородных систем в современных процессах комбикормовых, пищевых, фармацевтических, микробиологических и других перерабатывающих производств. Создание виброзвешенного состояния сыпучего материала и, как следствие, уменьшение его внутренней вязкости позволяет не только увеличить поверхность теплообмена, но и уменьшить технологическое сопротивление в массе обрабатываемой среды. Таким образом, интенсификация многих теплообменных процессов, в частности, сушки, экстрагирования, сорбции, определяется не только повышением контактной поверхности, но и более эффективным использованием механических перемешивающих устройств.

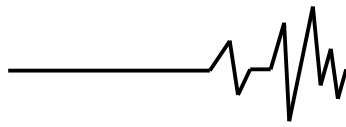
Комбинированное вибромеханическое воздействие на рабочий контейнер или рабочие органы технологических машин создает высокий потенциал для увеличения движущей силы физических процессов исследуемых производственных технологий, что показало высокие результаты при измельчении, дезинтегрировании, обезвоживании продукции.

Третьим технологическим эффектом комбинированной вибромеханической обработки является уменьшение энергозатрат в представленных процессах как за счет уменьшения времени обработки при повышении производительности технологических машин, так и в следствии уменьшения сил трения между рабочими органами и виброзвешенной массой продукции.

В данной статье представлены разработанные экспериментально-промышленные модели вибрационных машин, в которых были реализованы данные технологические эффекты.

Ключевые слова: *вибрационное технологическое действие, теплообмен, перемешивание, измельчение, разделение неоднородных систем, сушка.*

Постановка проблемы. Вибрационные процессы, благодаря импульсному технологическому действию, приобретают уникальные свойства при реализации самых разнообразных за механизмом осуществления технологий: механических, пневмо- и гидродинамических, тепло- и массообменных. При этом имеет место значительная интенсификация процессов, высокий резерв экономии энергии и материалов, увеличение до 100% коэффициента контактного взаимодействия при теплообмене,



существенное улучшение качества поверхностей обработки, а также ряд других возможностей, которые еще не использованы или характеризуются опосредственным действием. Данные свойства колебательных систем обуславливают их успешное

применение практически во всех перерабатывающих и пищевых производствах, биотехнологических, а также материалообработке (рис. 1) [1, 2].

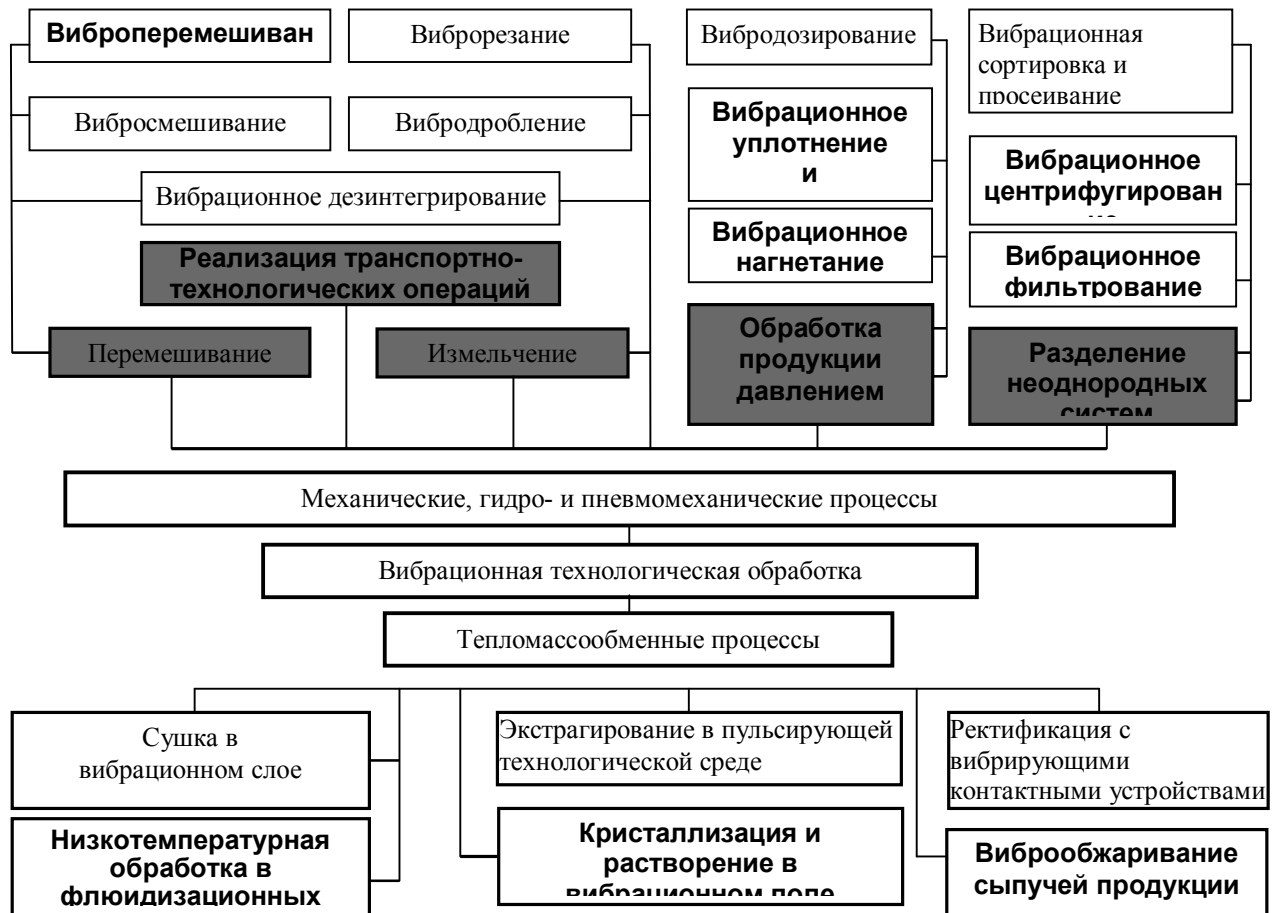


Рис. 1. Использование вибрационного технологического поля в процессах пищевых и перерабатывающих производств

Аналогично рассматривая механические действия на материал можно отметить их широкий спектр технологического использования и существенный фактор интенсификации производства. Поэтому сочетание представленных вибрационных и механических технологических рычагов составляет уникальный потенциал повышения движущей силы процессов, подтверждая актуальность данных исследований и разработок.

Целью работы является оценка технологических результатов реализации вибромеханических исполнительных органов при осуществлении основных механических и тепломассообменных процессов пищевых и перерабатывающих производств.

Изложение основного материала. Уникальные технологические возможности

исследуемых колебательных систем определяются двумя основными факторами. Во-первых, любая из данных систем является самоустанавливающейся, часто самосинхронизирующейся структурой, которая адекватно реагирует на изменение внешнего воздействия. Вторым фактором можно выделить эффективность сочетания действия низкочастотных колебаний, центробежных, гравитационных, фрикционных, аспирационных сил в одной технологической системе, качественно улучшая условия контакта рабочего инструмента и массы продукции (рис. 2). Анализируя представление воздействия при реализации процессов перемешивания, измельчения, сушки, экстрагирования, разделения неоднородных систем, предполагалось получить отмеченный выше технологический результат.

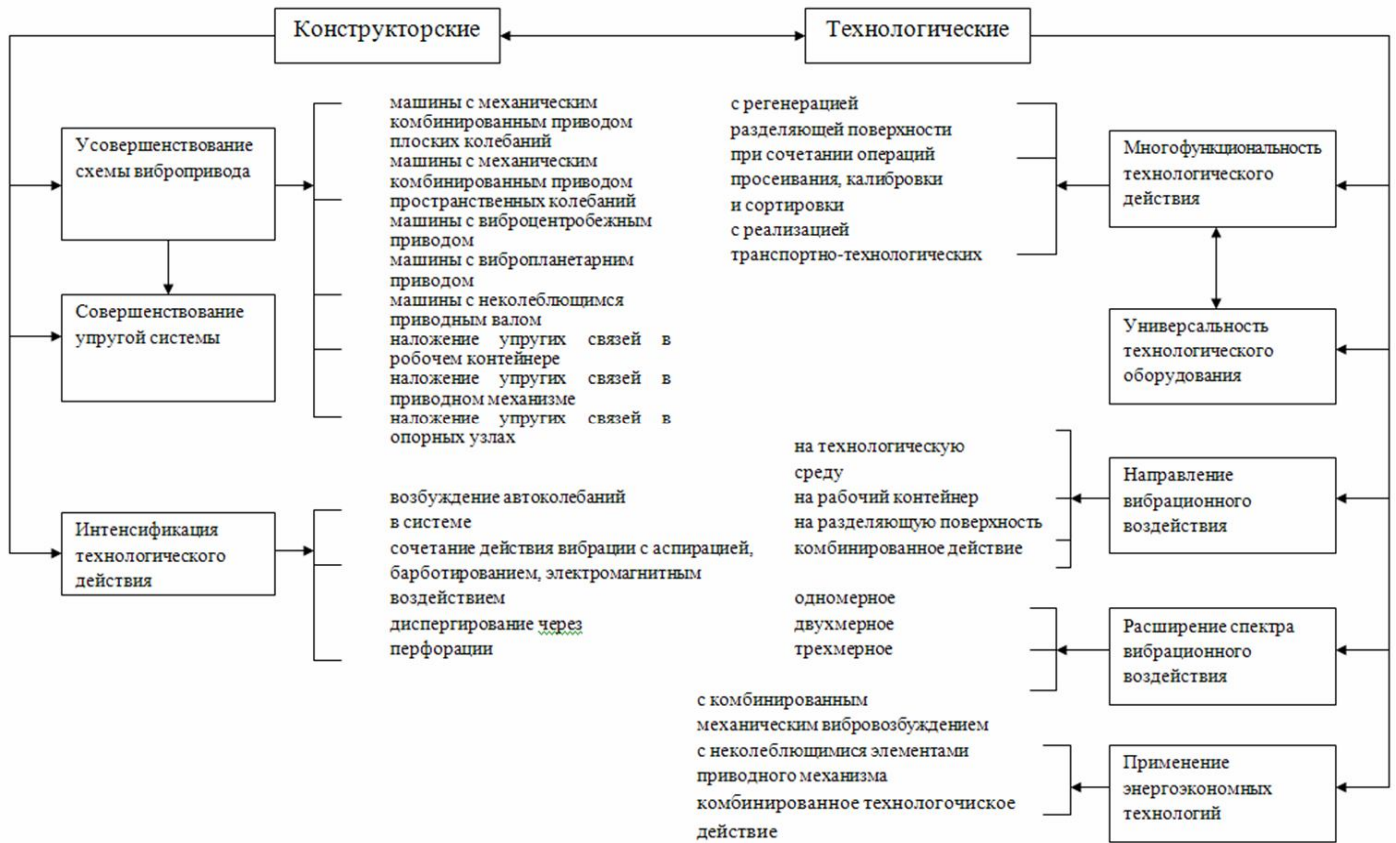
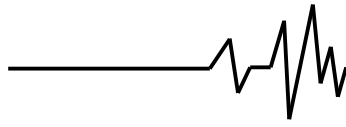


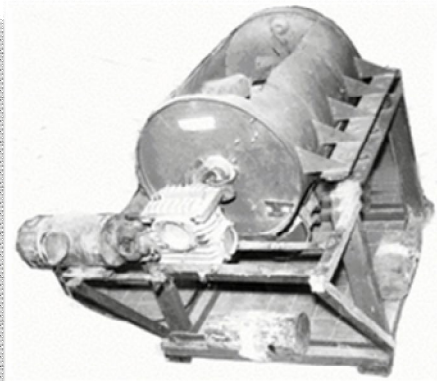
Рис. 2. Методы повышения эффективности машин для вибрационной механической обработки



Вибросмеситель одновальный с механизмом свободного хода



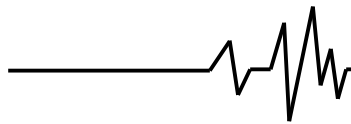
Вибросмеситель с обгонными муфтами



Вибросмеситель виброимпелерного типа



Рис. 3. Общий вид разработанных вибрационных смесителей



Использование механизмов свободного хода, импеллерных устройств, пассивных и активных активаторов движения технологической среды (рис. 3, 4) в процессах вибрационного перемешивания позволяет не

только повысить их движущую силу, но и значительно уменьшить внутреннее сопротивление при контакте с рабочими органами машин, снижая энергозатраты на их привод.

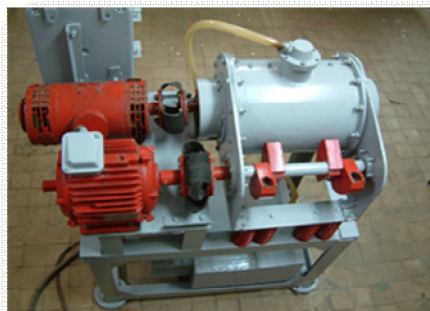


Рис. 4. Вибросмеситель с центральным и периферийным источниками механической энергии

Сочетание вибрационного и центробежного движений в двух взаимно перпендикулярных плоскостях (рис. 5)

и позволяет радикальным образом улучшить условия измельчения и равномерного распределения ингредиентов сыпучей массы.



Рис. 5. Вибросмеситель с несколькими центробежными движениями

Виброцентробежное измельчение материала с использованием дискового батарейного исполнительного механизма (рис. 6) дает возможность не только качественно улучшить результат обработки, но и значительно увеличить показатели

надежности рабочего инструмента, создавая условия для успешной конкуренции с традиционно используемыми рабочими органами, в частности для реализации в спиртовых и комбикормовых производствах.

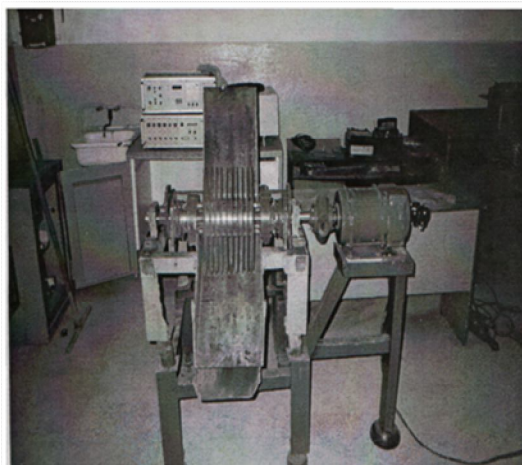
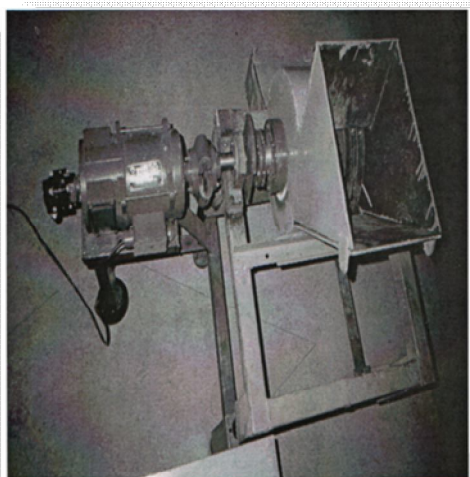
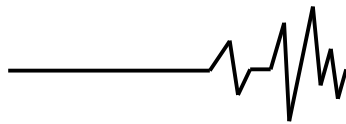


Рис. 6. Дискový батарейный исполнительный механизм

В процессах разделения неоднородных систем, а именно фильтрования, обезвоживания и сепарации повышение их эффективности было реализовано в следующих направлениях. Для виброцентробежной машины (рис. 7) при очистке глицерина высокая интенсификация

обработки достигалась при вращении ротора, а низкочастотные колебания улучшали только условия контакта. Вибропланетарная установка (рис. 8) реализовывала значительное увеличение центробежных сил, что оказалось очень эффективным при обезвоживании технологических масс.



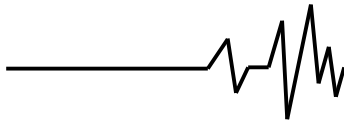
Рис. 7. Виброцентробежная машина для фильтрации жидкости



Рис. 8. Машина с планетарным и плоским угловым движением исполнительных органов

Реализация сложных теплофизических процессов оказалась значительно

эффективнее при комбинированном технологическом воздействии в условиях



"вибрационного поля". Это было подтверждено в экспериментальных и теоретических исследованиях вибрационных фильтрационно-

конвективной, осмотической озонирующей сушилки (рис. 9) [6, 7].



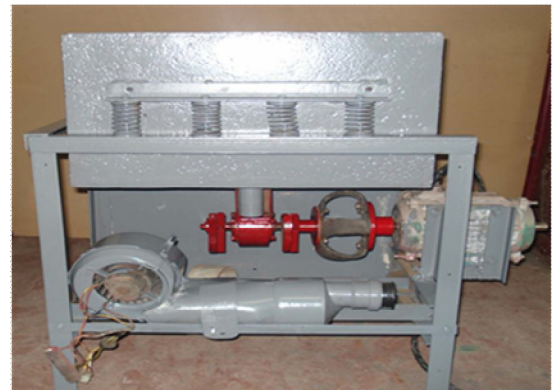
Оборудования для реализации процесса фильтрационно-конвективной сушики



Прибор для фильтрационного влагоотделения



Экспериментальная вибрационно -осмотическая сушилка



Вибросушилка з U - подобним контейнером

Рис. 9. Экспериментальные и теоретические исследования вибрационных фильтрационно-конвективной, осмотической озонирующей сушилки

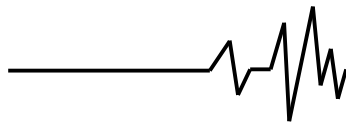
Для разработанных машин характерно было не только уменьшение времени обработки, но и снижение степени поврежденности материала, увеличение выхода текущей фракции.

Полученные результаты технологического эффекта некоторых из рассмотренных процессов и машин представлены в табл. 1.

Таблица 1

Технико-экономическая эффективность разработанных процессов и оборудования

№ п/п	ПРОЦЕСС	МАШИНА	ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ
1	Вибрационное резание костного сырья	Дисковая с вибропланетарным приводом	- Уменьшение энергозатрат в 2,8...3,3 раза на привод машины
			- Уменьшение сил трения в зоне ножевого контакта в 1,8...2,5 раза
			- Улучшение качества вновь полученной поверхности
2	Вибрационное дробление кормовых гранул	Барабанная с кинематическим комбинированным виброприводом	- Уменьшение энергозатрат в 2,2...2,5 раза на привод машины
			- Увеличение срока службы опорных узлов приводного вала в 3,8...5,2 раза
			- Повышение производительности машины в 2,1...2,9 раза



Продолжение таблицы 1

3	Вибрационное перемешивание премиксов	Барабанная с виброимпеллерным приводом	- Уменьшение энергозатрат в 2,5...2,7 раза на привод машины
			- Повышение степени однородности технологических масс за единицу времени обработки в 3,2 раза
			- Повышение производительности машины в 2,2...2,7 раза
4	Вибрационная сепарация семян зерновых	Виброгрохот с приводом пространственных колебаний рабочих органов	- Уменьшение энергозатрат на привод машины в 2,2...2,4 раза
			- Повышение производительности машины в 2,2...2,6 раза
5	Вибрационная транспортно-технологическая обработка корнеклубне-плодов	Виброконвейерная с частично гибким контейнером и кинематическим комбинированным вибровозбудителем плоских колебаний	- Уменьшение энергозатрат на привод в 2,2...2,5 раза
			- Увеличение срока службы опорных узлов приводного вала в 3,5...4,5 раза
			- Повышение производительности машины в 2,1...2,3 раза

Выводы

Использование комбинированного вибромеханического действия в процессах перерабатывающих и пищевых производств показало уникальный позитивный эффект при реализации многих механических и теплообменных процессов. При этом имеет место значительная интенсификация процессов, существенное улучшение качества поверхностей обработки, а также ряд других возможностей, которые еще не использованы или характеризуются опосредственным действием.

Анализируя представление воздействия при реализации процессов перемешивания, измельчения, сушки, экстрагирования, разделения неоднородных систем, предполагалось получить отмеченный в статье технологический результат.

Список использованных источников

1. Паламарчук І.П., Берник П.С. Конвеєрні машини для оздоблювально-зміцнювальної обробки // За ред. П.С. Берника. – К.: Вища школа, 1996. – 237 с.
2. Берник П.С., Берник М.П., Цуркан О.В. Енергозберігаючі змішувачі для приготування сипучих кормів. Всеукраїнський науково-технічний журнал „Техніка АПК”. – 2003. – №8. – С. 16–18.

3. Паламарчук І.П., Цуркан О.В., Зозуляк О.В., Герасимов О.О. Інтенсифікація процесів зневоложення насіння за рахунок використання вібраційного та електроосмотичного ефектів. Всеукраїнський науково-технічний журнал „Вібрації в техніці та технологіях”. – 2012. – № 1(65). – С. 110–114.

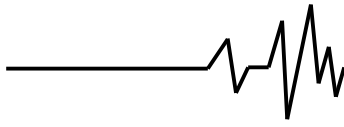
4. Цуркан О.В., Герасимов О.О. Застосування вібраційного обладнання в процесі сушіння насіння гарбуза. Всеукраїнський науково-технічний журнал „Техніка АПК”. – 2008. – №3-4. – С. 21–22.

5. Palamarchuk I., Tsurkan O., Palamarchuk V. The analysis of theoretical and experimental research results of infrared vibrowave conveyer dryer main parameters. ТЕКА. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture – 2015, Vol. 15, No3. – P. 121–126.

6. Паламарчук І.П., Пазюк О.Д., Пазюк В.М. Вибраційні барабанні зерносушилки і обґрунтування технологічних конструктивних схем. // Матеріали міжнародної науково-технічної конференції „Вібрації в техніці та технологіях”, ВНАУ, 2013. – С. 11–12.

7. Зозуляк І.А. Обґрунтування конструкції вібромашин для сушіння гранульованих і зернистих матеріалів. // Восточно-європейський журнал передових технологій. – 2014. – №1/7(67). – С. 15–19.

8. Чубик Р.В., Горбатюк Р.М., Борзов І.Г. Пристрій для атоматизації технологічного



процесу віброабразивної обробки деталей. // Техніка, енергетика, транспорт АПК. – 2016. – №1 (93). – С. 74 – 80.

9. Паламарчук І.П., Паламарчук В.І., Драчишин В.І. Обґрунтування параметрів пружної системи віброконвеєрної машини з кінематичним комбінованим вібробудженням. // Восточно-європейський журнал передових технологій. – 2013. – №6/7 (66). – С. 25–30.

10. Паламарчук І.П., Купчук І.М., Янович В.П. Дослідження амплітудно-частотних та енергетичних характеристик віброторної дробарки для виробництва спирту. // Вібрації в техніці та технологіях. – 2013 – №3 (71). – С. 130–134.

11. Липовий І.Г., Сивак Р.І. Расчет упругих элементов вибратионно-планетарной установки. // Вибрации в технике и технологиях. – 2001 – №2(18) – С. 39–40.

12. Полевода Ю.А., Паламарчук І.П., Янович В.П. Обґрунтування конструктивної схеми вібраційної машини для очищення гліцерину. // Вібрації в техніці та технологіях. 2008. – №3(52) С. – 105 – 112.

13. Цуркан О.В., Гурич А.Ю., Полевода Ю.А. Обґрунтування технологічної та конструктивної схеми автоклава з аеродинамічним інтенсифікатором. Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. Серія „Технічні науки”. Випуск 46, т.2. – 2014. – С. 312 – 314.

Список источников в транслитерации

1. Palamarchuk I.P., Bernik P.S. Konveerni mashini dlya ozdobyvalno-zmitsnyuvalnoy obrobki // Za red. P.S. Bernika. – K.: Vischa shkola, 1996. – S.–237.

2. 2. P.S Bernik, Bernik MP, Tsurkan O.V Energozberigayuchi zmishuvachi par prigotovannya sipuchih kormiv. Vseukrainsky naukovo-tehnichny zhurnals „APK Tehnika”. – 2003. – №8. – S. 16–18.

3. 3. Palamarchuk I.P., Tsurkan O.V Zozulyak O.V, Gerasimov O.O Intensifikatsiya protsesiv znevolozhennya nasinnya par rakhunok vikoristannya vibratsiyogo ta elektroosmotichnogo effektiv. Vseukrayinsky naukovo-tehnichny. Vibratsii in tehniysi ka tehnologiyah”. – 2012. – № 1 (65). – S. 110–114.

4. Tsurkan O.V., Gerasimov O.O. Zastosuvannya vibratsiyogo obladnannya in protsesi sushinnya nasinnya garbuz. Vseukrainsky naukovo-tehnichny gurnals „APK Tehnika”. – 2008. – №3-4. – S. 21–22.

5. Palamarchuk I., Tsurkan O., Palamarchuk V. The analysis of theoretical and experimental research results of infrared

vibrowave conveyer dryer main parameters. TEKA. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture – 2015, Vol. 15, No.3. – P. 121–126.

6. Palamarchuk I.P., Pazyuk O.D., Pazyuk V.M. Vibratsionnyie barabannyye zernosushilki i obosnovanie tehnologicheskikh konstruktivnyih shem. // Materiali mizhnarodnoyi naukovo-tehnichnoyi konferentsiyi „Vibratsiyi v tehniysi ta tehnologiyah”, VNAU, 2013. – S. 11–12.

7. Zozulyak I.A. Obgruntuvannya konstruktivnyy vibratormashin par sushlunny granulovanih i gradains materiaiv. // East european Journal peredovy htehnologiy. – 2014. – №1/7 (67). – S. 15–19.

8. Chubik R.V., Gorbatiyuk R.M., Borzov I.G. Pristriy dlya atomatizatsiyi tehnologichnogo protsesu vibroabrazivnoy obrobki detaley. // Tehnika, energetika, transport AПК. – 2016. – №1 (93). – S. 74 – 80.

9. Palamarchuk I.P., Palamarchuk V.I., Drachishin V.I. Obgruntuvannya parametriv pruzhnoy sistemi vibrokonveernoy mashini z kinematchnim komblnovanim vibrozbudzhenniam. // Vostochno-evropeyskiy zhurnal peredoviyh tehnologiy. – 2013. – №6/7 (66). – S. 25–30.

10. Palamarchuk I.P., Kupchuk I.M., Yanovich V.P. Doslidzhennya amplitudno-chastotnih ta energetichnih harakteristik vid rotoronoyi drobarki dlya virobnitstva spirtu. // Vibratsiyi v tehniysi ta tehnologiyah. – 2013 – №3 (71). – S. 130–134.

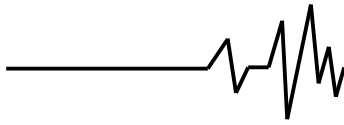
11. Lipoviy I.G., Sivak R.I. Raschet uprugih elementov vibratsionno-planetarnoy ustanovki. // Vibratsii v tehnike i tehnologiyah. – 2001 – №2(18) – S. 39–40.

12. Polevoda Y.A., Palamarchuk I.P., Yanovich V.P. Obgruntuvannya konstruktivnoy shemi vibratsiyonoy mashini dlya ochischennya glitserinu. // Vibratsiyi v tehniysi ta tehnologiyah. 2008. – №3(52) S. – 105–112.

13. Tsurkan O.V., Gurich A.Y., Polevoda Y.A. Obgruntuvannya tehnologichnoy ta konstruktivnoy shemi avtoklava z aerodinamichnim intensifikatorom. Naukovi pratsi Odeskoyi natsionalnoy akademiyi harchovih tehnologiy. Seriya „Tehnichni nauki”. Vipusk 46, t.2. – 2014. – S. 312–314.

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ КОМБІНОВАНИХ ВІБРОМЕХАНІЧНИХ ДІЙ В ПРОЦЕСАХ ПЕРЕРОБНИХ ТА ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

Анотація. Вібраційне технологічне, дія як регулятор загального динамічного стану певної технічної системи, вже показало унікальний позитивний ефект при реалізації



механічних процесів перемішування, подрібнення, розділення неоднорідних систем в сучасних процесах комбікормових, харчових, фармацевтичних, мікробіологічних та інших переробних виробництв. Створення віброзв'язаного стану сипучого матеріалу і, як наслідок, зменшення його внутрішньої в'язкості дозволяє не тільки збільшити поверхню тепломасообміну, а й зменшити технологічний опір в масі оброблюваного середовища. Таким чином, інтенсифікація багатьох тепломасообмінних процесів, зокрема, сушіння, екстрагування, сорбції, визначається не тільки підвищенням контактної поверхні, але і більш ефективним використанням механічних перемішувальних пристроїв.

Комбінований вібромеханічний вплив на робочий контейнер або робочі органи технологічних машин створює високий потенціал для збільшення рушійної сили фізичних процесів досліджуваних виробничих технологій, що показало високі результати при подрібненні, дезінтегруванні, зневодненні продукції.

Третім технологічним ефектом комбінованої вібромеханічної обробки є зменшення енерговитрат в представлених процесах як за рахунок зменшення часу обробки при підвищенні продуктивності технологічних машин, так і внаслідок зменшення сил тертя між робочими органами і віброзв'язаною масою продукції.

У цій статті представлені розроблені експериментально-промислові моделі вібраційних машин, в яких були реалізовані дані технологічні ефекти.

Ключові слова: вібраційна технологічна дія, тепломасообмін, перемішування, подрібнення, розділення неоднорідних систем, сушіння.

PROSPECTS VIBROMECHANIC COMBINED ACTION DURING PROCESSING AND FOOD PRODUCTION

Annotation. Vibration technology acts as a regulator of the general dynamic state of a particular technical system, has already shown a unique positive effect on the implementation of the mechanical processes of mixing, crushing, separation of inhomogeneous systems in contemporary processes of feed, food, pharmaceutical, microbiological and other processing industries. Creating choice mechanical bulk material state and, consequently, a decrease in its intrinsic viscosity can not only increase the surface of heat and mass transfer but also reduce the resistance to mass technological process media. Thus, heat and mass transfer intensification of many processes, particularly the drying, extraction, sorption, is determined not only increase the contact surface, but also more effective use of mechanical mixing devices. Combined choice mechanical impact on the working container or working bodies of technological machines creates a high potential for increasing the driving force of physical processes under study production technology that has shown good results during grinding, on disintegration, dehydration products.

The third effect of the combined technological choice mechanical treatment is to reduce energy consumption in the representation of the process as a by reducing processing time while improving performance production machines, and as a consequence reduce the frictional forces between the working bodies and vibro-weighted mass production. This article presents the developed experimental-industrial model of vibrating machines in which the data processing effects were realized.

Key words: vibration technological action, heat and mass transfer, mixing, grinding, separation of inhomogeneous systems, drying.