

3. Инновационный патент №27944, Республика Казахстан. МПК F22B1/30 Электродный парогенератор./ заявитель и патентообладатель ТОО «Казахский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства» -№ 2013/0642.1. заявл. 15.05.2013. опубл. 25.12.2013, бюл.№12.

4. Тепло и массообмен. Теплотехнический эксперимент. Под.ред. Виленского В.Д. – М: Энергоиздат. 1982.-504с.

5. Кравцов А.В., Рыбинский Ю.В. Электрические измерения. М.: Колос, 1979, 351 с.

Кешуов С.А., Алдібеков И.Т., Хасанов А.

БУ-СУҚЫЗДЫРҒЫШТАРДЫҢ ЖҰМЫСЫН ТӘЖІРИБЕЛІК ЗЕРТТЕУ НӘТИЖЕЛЕРІ

Мақалада бусуқыздырғышының конструкциясы және жылутехникалық сұлбасы бойынша өзгешеленетін бірнеше нұсқаларын тәжірибелік зерттеу нәтижелері көтірілген. Олардың техникалық параметрлеріне салыстырмалы талдау жасалып, әр нұсқаның кемшіліктері мен артықшылықтары анықталған, ішке орнатылған жылуалмастырғышы және жаңа конструкциялы электродты жүйесі бар бу генераторды қолданудың тиімділігі негізделген.

Кілт сөздер: сүт фермалары, жылумен қамтамасыз ету, бumen қамтамасыз ету, ыстық сүмен қамтамасыз ету, жылуалмастырғыш, бусуқыздырғыш, электродты жүйе.

S.A. Keshuov, I.T. Aldibekov, A. Khazanov

RESULTS OF EXPERIMENTAL STUDIES OF WORK OF STEAM-WATER HEATER

The article presents the results of experimental studies of several samples of capacitive steam-water heater, which differ in design and heat engineering scheme. A comparative analysis of their technical parameters, identified the advantages and disadvantages of each sample installation , the expediency of using the steam generator with built-in heat exchanger and a new electrode system.

Key words: dairy farms, heating, steam supply, hot water supply, heat exchanger, steam-water heater, electrode system.

УДК 664.726.9

В.М. Поздняков, С.А. Зеленко, П.В. Рублик

*Белорусский государственный аграрный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь*

ИССЛЕДОВАНИЕ ВИБРАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВИБРОПНЕВМАТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Аннотация

На основании проведённых исследований проведён анализ вибрационных характеристик оборудования вибропневматического принципа действия. Приводится описание разработанного лабораторного стенда для изучения процесса самосортирования сыпучих компонентов в псевдоожиженнном слое. На основании экспериментальных исследований установлены параметры вибрации сетчатой деки разработанного сепаратора вибропневматического принципа действия с рециркуляцией воздушного потока,

обеспечивающие максимально эффективное разделение компонентов зерновой массы на фракции, отличающиеся между собой удельной плотностью в пределах 10-15%.

Ключевые слова: вибрация, виброперемещение, виброскорость, виброускорение, удельная плотность.

Введение

Анализ существующих конструкций машин для очистки зерновой массы от трудноотделимых примесей и сортирования посевного материала по биологической ценности показал, что наиболее перспективным с точки зрения эффективности сепарирования и экономической целесообразности является разделение компонентов зерновой массы по плотности на машинах вибропневматического принципа действия.

Одним из основных факторов, оказывающих значительное влияние на сегрегацию компонентов зерновой массы и эффективность работы оборудования вибропневматического принципа действия в целом, является уровень и характер вибрации сетчатой деки. Вибрация таких машин зависит от ее размеров, динамических характеристик и конструкции электровибратора.

Оценки вибрационного состояния проводилась на основании двух критериев. Один из них учитывает сами значения наблюдаемой вибрации, другой – изменения этих значений.

Анализ вибрационных характеристик разработанного вибропневматического сепаратора с рециркуляцией воздушного потока проводился в диапазоне частот, охватывающих спектр колебаний машины. При этом во всём диапазоне частот работы данного оборудования оценивалось влияние виброперемещения, виброскорости и виброускорения сетчатой деки сепаратора на эффективность сегрегации компонентов зерновой массы.

Материалы и методы

При анализе вибрационных характеристик разработанного сепаратора вибропневматического принципа действия с рециркуляцией воздушного потока использовали среднеквадратическое значение трёх основных параметров вибрации: виброперемещение, виброскорость и виброускорение. Эти параметры имеют общую форму (рисунок 1), на котором указаны границы частотного диапазона измерений f_u и f_l и показано, что ниже частоты f_x и выше частоты f_y допустимое значение виброскорости является уже функцией частоты f вибрации.

Согласно ГОСТ 10816 «Контроль состояния машин по результатам измерения вибрации на не врачающихся частях» для качественной оценки вибрации машины определены следующие зоны состояния:

Зона А – В эту зону попадают, как правило, новые машины, только что введенные в эксплуатацию.

Зона В – Машины, попадающие в эту зону, обычно считают пригодными для дальнейшей эксплуатации без ограничения сроков.

Зона С – Машины, попадающие в эту зону, обычно рассматривают как непригодные для длительной непрерывной эксплуатации. Обычно данные машины могут функционировать ограниченный период времени, пока не появится подходящая возможность для проведения ремонтных работ.

Зона D – Уровни вибрации в данной зоне обычно рассматривают как достаточно серьезные, для того чтобы вызвать повреждение машины.

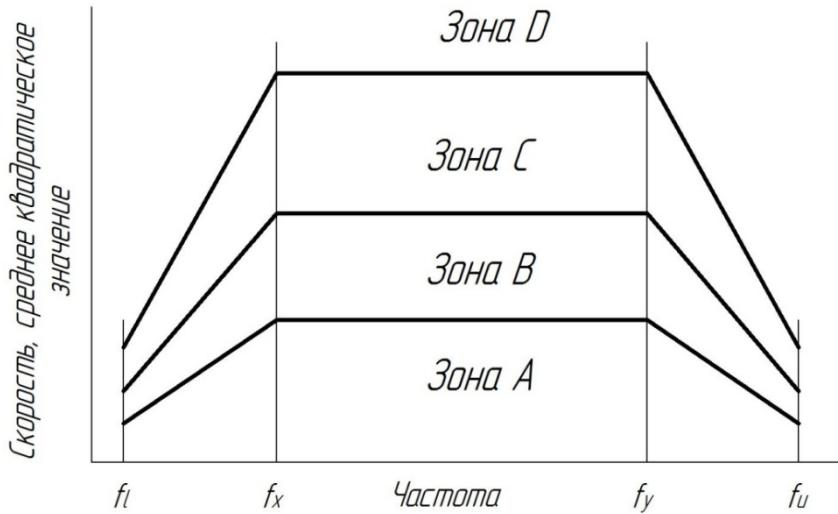


Рисунок 1 – Общий вид кривых для критерия на основе среднего квадратического значения виброскорости

Для зоны от f_x до f_y применим критерий постоянной виброскорости – именно для данного критерия приведены значения границ в ГОСТе. Более точное определение критериев приемки и значений f_l, f_u, f_x, f_y должно быть дано для машин конкретных типов.

Кривые, изображенные на рисунке 1, могут быть представлены выражением:

$$v_{r.m.s} = v_A G \left(f_z / f_x \right)^k \left(f_y / f_w \right)^m$$

где $v_{r.m.s}$ – допустимое среднее квадратическое значение виброскорости, мм/с;

v_A – среднее квадратическое значение виброскорости, которое соответствует диапазону частот между f_x и f_y , мм/с;

G – коэффициент, определяющий границы зон (например, предельное значение для зоны A может быть получено подстановкой $G = 1,0$; предел зоны B : $G = 2,56$; предел зоны C : $G = 6,4$). Данный коэффициент может зависеть от рабочих характеристик машины: скорости, нагрузки, давления и т. п.;

f_x, f_y – установленные границы диапазона частот, в пределах которого критерий определяется на основе одного значения параметра виброскорости, Гц.

f_w, f_z – границы диапазона частот, которые определяются:

$$f_w = \begin{cases} f_y, & \text{если } f \geq f_y; \\ f, & \text{если } f < f_y; \end{cases}$$

$$f_z = \begin{cases} f_x, & \text{если } f \leq f_x; \\ f, & \text{если } f > f_x; \end{cases}$$

где f – частота, для которой определяется среднее квадратическое значение, Гц;

k, m – заданные константы для машин данного типа.

Полученный в результате измерений широкополосный установившийся вибрационный сигнал имеет сложный характер и состоит из ряда гармоник. Каждая из этих составляющих определяется ее частотой, амплитудой и фазой относительно некоторого известного начала отсчета.

Для проведения экспериментальных исследований процесса вибrosепарирования зерновой массы был разработан лабораторный стенд, основным звеном которого является сепаратор вибропневматического принципа действия, позволяющий производить сортировку зерновой массы на фракции, отличающиеся удельной плотностью с разницей 10-15% [1]. Схема экспериментального стенда представлена на рисунке 2.

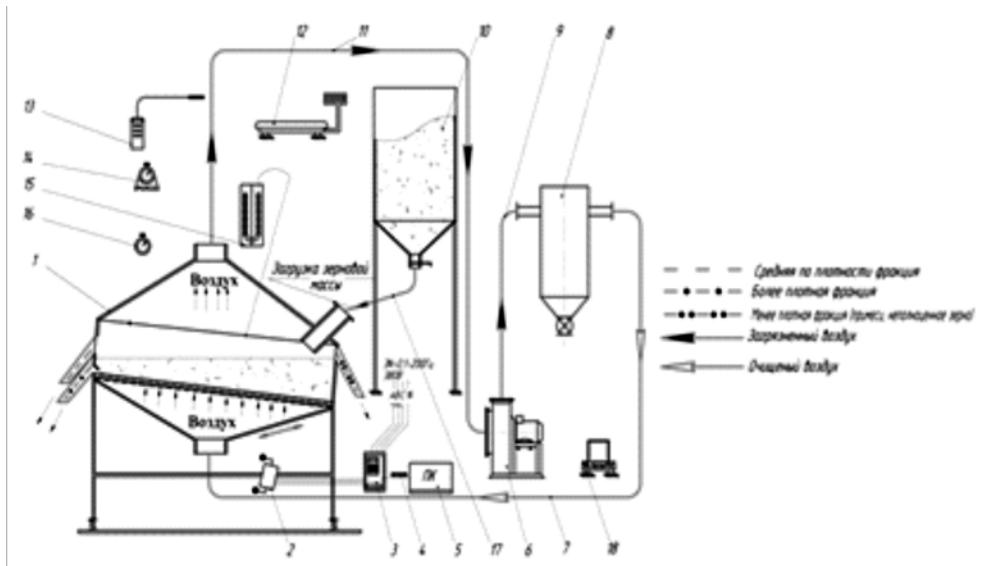


Рисунок 2 – Схема экспериментального стенда:

- 1 – сепаратор вибропневматического принципа действия;
- 2 – электровибратор;
- 3 – частотный преобразователь;
- 4 – преобразователь интерфейса АС4;
- 5 – персональный переносной компьютер ASUS 1005 РХ;
- 6 – вентилятор ВЦП-3;
- 7 – нагнетающий воздуховод;
- 8 – осадочная камера;
- 9 – воздуховод;
- 10 – бункер;
- 11 – всасывающий воздуховод;
- 12 – весы;
- 13 – анемометр ТКА-ПКМ 50;
- 14 – угломер маятниковый;
- 15 – U-образный манометр;
- 16 – секундомер;
- 17 – патрубок для подачи зерновой массы;
- 18 – анализатор влажности

Измерение параметров вибрации производили с помощью виброанализатора серии СД-21, технические возможности которого позволяют проводить измерения для мониторинга и диагностики технологического оборудования следующих параметров: измерение по маршрутным картам и вне маршрута, спектральный анализ сигналов, спектральный анализ огибающей случайной высокочастотной составляющей вибрации, отображение и запоминание временных сигналов (режим осциллографа), общего уровня сигнала в заданной полосе частот, скорости вращения машины, измерение амплитуд и фаз вибрации на частотах, кратных оборотной.

Измерение параметров вибрации проводили при работающем оборудовании в каждой точке в трех направлениях (осевом, вертикальном и горизонтальном) в соответствии с ГОСТ 10816 – 97 [2]. Схема установки датчиков вибрации на лабораторном сепараторе вибропневматического принципа действия представлена на рисунке 3.

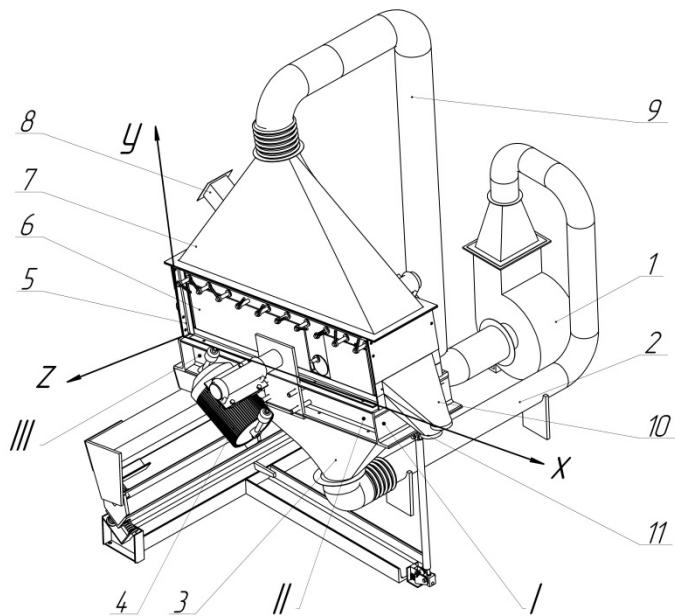


Рисунок 3 – Схема установки датчиков вибрации на лабораторном сепараторе
вибропневматического принципа действия:

I – датчик осевой; II – датчик горизонтальный; III – датчик вертикальный; 1 – вентилятор ВПЦ-3; 2 – нагнетающий воздуховод; 3 – диффузор;
4 – электровибратор; 5 – корпус сепаратора; 6 – смотровое окно;
7 – конфузор; 8 – патрубок для подачи зерновой массы; 9 – всасывающий воздуховод; 10 –
патрубок для промежуточной фракции; 11 – патрубок для более плотного зерна.

Для анализа вибрационных характеристик разработанного сепаратора вибропневматического принципа действия принята следующая система координат (см. рисунок 1): ось x направлена вдоль плоскости деки и лежит в плоскости симметрии машины, ось y перпендикулярна плоскости деки, ось z горизонтальна и перпендикулярна плоскости симметрии машины.

Эталонная сигнатура включает в себя эффективные и пиковые значения виброперемещений и виброускорений указанных точек по осям x , y и z при работе машины на холостом ходу. Направление перемещения продукта по деке сепаратора зависит от амплитуды направления колебаний.

Измерение параметров вибрации разработанного сепаратора проводилось в диапазоне частот, охватывающих частотный спектр колебаний машины. Контроль вибрационного состояния продился на основании данных параметров вибрации в фиксируемом диапазоне частот 10...1000 Гц и оценки среднеквадратического значения (далее СКЗ) виброскорости в этом диапазоне.

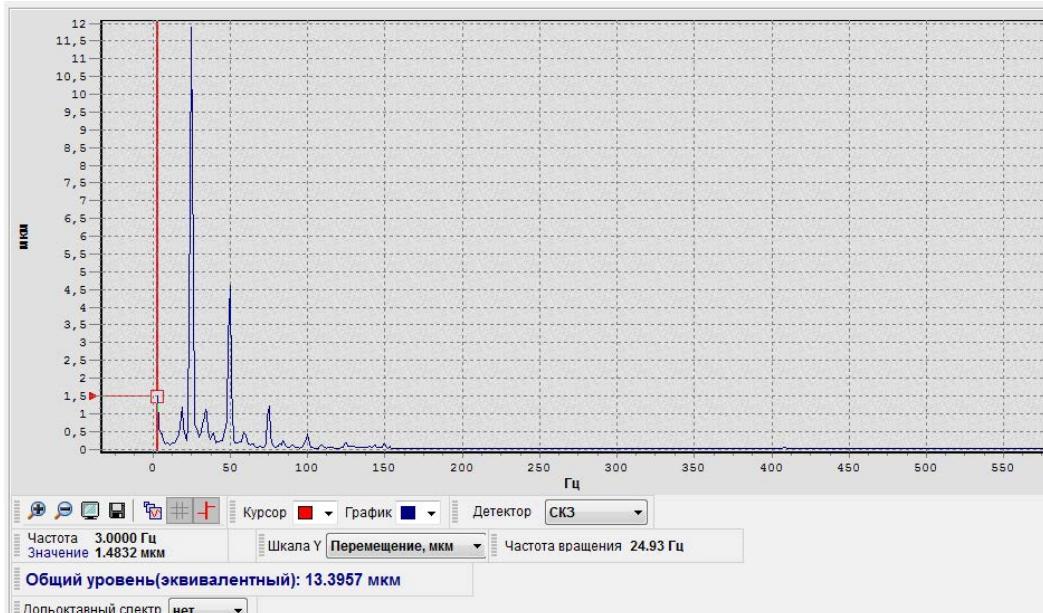
Результаты исследований и обсуждение

Проведённая серия экспериментов позволила определить усредненное значение СКЗ виброперемещения сетчатой деки, которое в точке 1° составляет 1027,09 мкм; пиковое значение – 1492,4 мкм; значение Пик-Пик – 2981,8 мкм.

Значение виброперемещения в направлении перпендикулярном сетчатой деке, измеренное у выходного патрубка для более плотной фракции (точка 2°) составили: СКЗ – 292,7 мкм; пиковое значение – 463,5 мкм; значение Пик-Пик – 887,8 мкм. В точке 3°, виброперемещение измеренное у выходного патрубка для менее плотной фракции, СКЗ виброперемещения в данном направлении составляет 121,3 мкм; пиковое значение – 191,9 мкм; значение Пик-Пик – 367,3 мкм.

Для анализа влияния жесткости крепления зерноочистительного оборудования вибропневматического принципа действия на фундаменту на эффективность сепарирования была проведена серия экспериментов по оценке амплитудно-фазной характеристики в точках непосредственно на креплениях самого оборудования и на фундаменте. Согласно ГОСТ 10816-1-97 «Контроль состояния машин по результатам измерений вибрации на невращающихся частях», разность значения угла фазы не должна превышать 180° . Автоспектр вибросигнала, показывающий частоты, на которых элементы машины совершают колебания, является очень мощным и полезным инструментом для анализа вибрации машины. Изучая отдельные частоты, на которых элементы машины совершают колебания, можно сделать заключение о возможных причинах вибрации и о техническом состоянии машины. Основное правило оценки технического состояния машины или механизма при анализе частотного спектра: при увеличении числа гармоник и увеличении амплитуды колебаний составляющих в спектре состояние машины или механизма считается неудовлетворительным.

На рисунке 4 представлена спектrogramма автоспектра лабораторного вибропневматического сепаратора.



Из проведённого анализа автоспектров лабораторного вибропневматического сепаратора можно сделать вывод, что на частоте вращения ротора электровибратора происходит резкий скачок вибрационного спектра общим уровнем 13,39 мкм, который связан с резонансом оборудования, из-за которого нарушается работа системы в целом.

В рамках анализа вибрационных характеристик сепаратора проводилось измерение разгона-выбега (АФЧХ – амплитудно-фазовая частотная характеристика). Суть метода заключается в анализе зависимости амплитуды и фазы вибрации от частоты вращения (во время пуска или останова).

Частота колебаний сетчатой деки изменялась при помощи частотного преобразователя тока в цепи питания электровибраторов в диапазоне 10–25 Гц.

Исследования показали, что резкое увеличение амплитуды колебаний сетчатой деки является следствием резонанса, причиной которого является совпадение внешней (возбуждающей) частоты с внутренней (собственной) частотой колебательной системы. На рисунке 5 представлена спектrogramма показателя разгон-выбег лабораторного вибропневматического сепаратора.

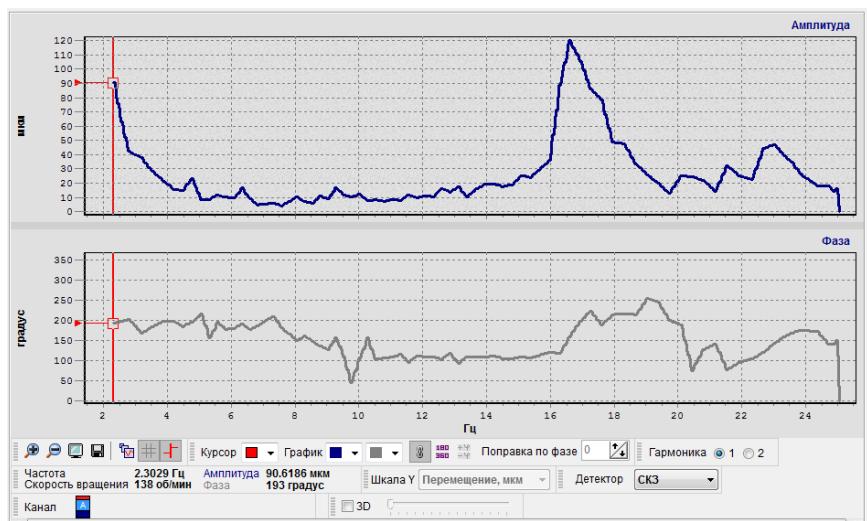


Рисунок 5– Спектрограмма показателя разгон-выбег лабораторного вибропневматического сепаратора

Проведённый анализ вибрационных характеристик разработанного сепаратора показал, что наибольшее значение виброперемещения находится в точке 1 параллельной оси сетчатой деки в направлении перемещения зерновой массы. Колебание деки в данном направлении определяет величину действия добавочной силы. В случае перемещения зерновой массы по сетчатой деке вибропневмосепаратора, совершающего поступательные колебания, направление которых образует с поверхностью угол, роль добавочной силы выполняет сила инерции в переносном движении.

Выводы

На основании проведенных экспериментальных исследований можно сделать вывод о том, что для обеспечения эффекта псевдоожижения зерновой массы без фонтанирования и создания необходимой добавочной силы, обеспечивающей перемещение зерновой массы по сетчатой деке, устойчивой сегрегации компонентов, параметры вибрации сетчатой деки должны находиться в диапазонах:

- среднеквадратичноевиброперемещение (СКЗ) 1000,0 – 1300,0 мкм;
- пиковое значение виброперемещения – не более 1600,0 мкм;
- значение Пик-Пик должно находиться в диапазоне 3000,0 – 3200,0 мкм.

Виброперемещение деки в других направлениях связано с расбалансировкой электровибраторов и общей недостаточной жесткостью конструкции и должно стремится к нулю. При этом СКЗ виброперемещения в направлении перпендикулярном сетчатой деке, измеренное у выходного патрубка для более плотной фракции, не должно превышать 300,0 мкм; пиковое значение – 480,0 мкм; значение Пик-Пик – 900,0 мкм; СКЗ виброперемещения в направлении перпендикулярном сетчатой деке, измеренное у выходного патрубка для менее плотной фракции, не должно превышать 140,0 мкм; пиковое значение – 200,0 мкм; значение Пик-Пик – 400,0 мкм.

Литература

1. Поздняков В.М. Разделение зерновой массы по удельной плотности на сепараторе вибропневматического принципа действия / Поздняков В.М., Зеленко С.А. // Агропанорама. – 2013. – №4. – С. 18-22.
2. Контроль состояния машин по результатам измерений вибрации на не вращающихся частях. ГОСТ ИСО 10816-1-97. Введ. 01.07.1999. – Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2006. – 14 с.

B.M. Pozdnaykov, S.A. Zelenko, P.V. Rublik

**THE VIBRATION CHARACTERISTICS ANALYSIS OF VIBRATION
PNEUMATIC EQUIPMENT**

The article is based on the questions of the vibration characteristics analysis of vibration pneumatic equipment. The description of the worked out laboratory stand for the study of the self-sorting process of dry components in slush layer is adduced. The vibration parameters of the reticulated sieve of the vibration separator with air flow recirculation were determined on the grounds of experimental researches. It provides the most effective separation of grain masses components on the fractions. The fractions are different from each other by specific density within the limits of 10-15% per cent.

Keywords: vibration, vibrodisplacement, vibrovelocity, vibroacceleration, specific density.

ӘОЖ 656.073.235

Үмбетәлі Н.А., Кожатбаева А.Ж.

Қазақ ұлттық аграрлық университеті

**КОНТЕЙНЕРЛІК ТАСЫМАЛДАУЛАРДЫ ЖҰЗЕГЕ АСЫРУДАҒЫ
ЛОГИСТИКАНЫҢ РӨЛІ**

Аннотация

Мақалада жүктерді контейнерлермен тасымалдауды логистиканың өзіндік маңыздылығы қарастырылған.

Кілт сөздер: жүк, контейнер, сапа, көлік.

Кіріспе

Соңғы онжылдықта шетелдерде және Ресейде логистика деген жалпы атаумен белгілі халық шаруашылығының әр түрлі салаларындағы өндірісті жүйелі ұйымдастыру бағытының дамуы өріс алды. Жалпы алғанда, логистика дегеніміз өнім өндірушілер мен көліктің өзара байланысты әрекеттерінің негізінде тауар қозғалысын ең тиімді ұйымдастырудың интегралданған бағыты жайлы ғылым.

«Логистика (logistics) – тасымалдауды, койма жұмыстарын және шикізаттар мен материалдарды өндіріске жеткізу, шикізаттарды, жартылайфабрикат материалдарын өндіріс ішінде қайта өндеу, дайын өнімді тұтынушыға оның қызығушылықтары мен талаптарына сай жеткізу, сондай-ақ, беру, сактау және тиісті ақпаратқа сай өндеу процесінде орындалатын басқа да материалдық және материалдық емес операцияларды жоспарлау, қадағалау және басқару жайлы ғылым». Логистиканы зерттеуге кірісе отырып, біз міне, осындай анықтамаға тап боламыз.

Мақсаты

Байқап отырғанымыздай, функционалды негізгі салалардың бірі болып өнімдерді тасымалдау табылады. Басқаша айтқанда, тұтынушыға қажетті мөлшерде, орынына, уақытында шығындары барынша аз болатын және сапалы тауар жеткізу. Қазіргі уақытта бүкіл әлемнің ірі тауар өндірушілері жеке меншік капиталды қолайлы айналысқа түсіру үшін, көлік компаниясы логистикасының негізгі «just in time» (дәл мерзімінде) тиімділік принципін басшылыққа ала отырып, жылдамдығы, жеткізу мерзімі, шығындардың аз болуы және жолдардың сенімділігі тұрғысынан серікtestеріне өз жүктерін жеткізуіндің жаңа және тиімді тәсілдерін іздестіруде.