

Suggested classification of DR-TL can be used for the decision of question of effective decline of the run-time loading in the drive of both machines and automats of light industry and in the machines of general purpose.

Originality. Development of the classification of the declining dynamic-load devices arising from the mechanical system start-up.

Practical value. Possibility of the use of the offered classification of devices of decline of the run-time loading of the mechanical systems for creation of the new effective DR-TL drives of machines and automats of light industry.

Keywords: *classification of devices of decline of the run-time loading, mechanical system, drive of machine, run-time loading of drive.*

УДК 621.9

ПАНАСЮК І.В., ЗАЛЮБОВСЬКИЙ М.Г.

Київський національний університет технологій та дизайну

ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ РУХУ ЧАСТИНКИ СИПКОГО СЕРЕДОВИЩА У РОБОЧІЙ ЄМКОСТІ, ЩО ЗДІЙСНЮЄ СКЛАДНИЙ РУХ

Мета. *Визначення впливу частоти обертання ведучого валу машини на режими руху середовища та траєкторії переміщення частинки сипкого середовища в робочій ємкості машини для змішування та обробки деталей.*

Методика. *Застосовано методи швидкісної відео зйомки руху сипкого робочого середовища крізь прозорі стінки робочої ємкості за допомогою двох відеокамер, встановлених у взаємоперпендикулярних площинах.*

Результати. *На основі аналізу відеозаписів визначено траєкторії переміщення частинки сипкого робочого середовища в робочій ємкості відносно трьох осей координат, встановлено залежність зміни режимів руху робочого середовища циліндричного барабану від частоти обертання ведучого валу машини для змішування та обробки деталей.*

Наукова новизна. *Встановлено закономірності впливу швидкості обертання ведучого валу машини на зміну режимів руху робочого середовища та характер переміщення частинки сипкого середовища.*

Практична значимість. *Встановлено раціональну частоту обертання ведучого валу машини для виконання різних технологічних задач.*

Ключові слова: *змішувач, траєкторія переміщення частинки, режим руху сипкого середовища.*

Вступ. *Машини для змішування та обробки деталей з тривимірним обертанням барабану знайшли своє широке застосування в різних галузях промисловості (легкій, хімічній, фармацевтичній та ін.). Підвищення ефективності фінішної обробки дрібних деталей, процесів змішування порошкових матеріалів, а також можливість вибору раціональних режимів роботи машини є актуальною задачею для вищезгаданих галузей*

промисловості. Один з шляхів розв'язання цієї задачі полягає у встановленні раціональних режимів роботи машини, визначення необхідної швидкості обертання ведучого валу машини.

Постановка завдання. Завдання дослідження полягає у визначенні необхідної швидкості обертання ведучого валу машини для підвищення раціональності та ефективності її роботи. При підборі відповідних режимів роботи машини, які необхідні для виконання якісних процесів змішування речовин та обробки деталей, практично відсутні необхідні настанови щодо раціонального вибору частоти обертання ведучого валу машини, яка безпосередньо впливає на характер руху сипкого середовища, інтенсивність обробки деталей. Аналіз опублікованих досліджень [1-3] щодо опису характеру руху оброблюваного середовища у робочій ємкості машини для обробки та змішування деталей показав, що така інформація висвітлена поверхнево.

Результати дослідження. Дослідження руху середовища проводились на експериментальному стенді машини для змішування та обробки деталей, фото якого представлено на рис. 1.

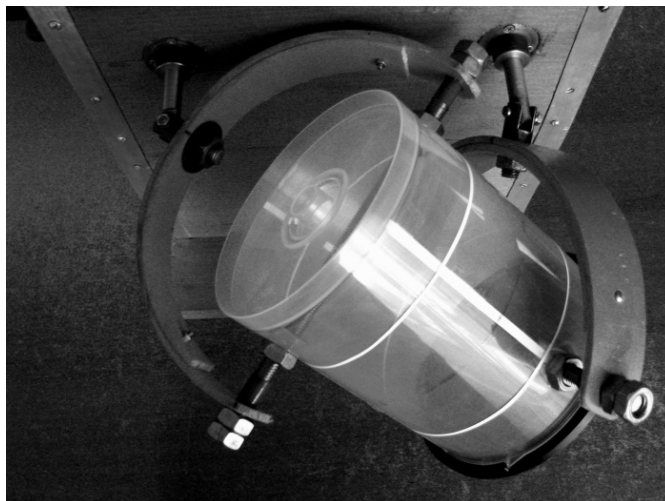


Рис. 1. Фото експериментального стенду

Конструктивна схема експериментального стенду (далі машина) машини для змішування та обробки деталей представлена на рис. 2 і складається зі станини - 1, електродвигуна - 2, редуктора - 3, ведучого валу - 4, веденого валу - 5, вилок - 6 та 7, робочої ємкості у формі циліндричного барабану - 8.

Траєкторія руху частинки визначалася при її русі разом з оброблюваним середовищем (під оброблюваним середовищем розуміється сукупність кульок однакового розміру) у робочій ємкості, при поєднанні наступних параметрів: довжина робочої ємкості $l=140\text{мм}$; діаметр робочої ємкості (основи циліндричного барабану) $D=120\text{мм}$; геометрична форма частинок - сферична; діаметр частинок $d=8\text{мм}$; маса частинки $m=0,4\text{г}$; заповнення барабану $\approx 30\%$; кількість частинок - 1500штук; частота обертання ведучого валу машини - 10, 20, 40, 60 об/хв.

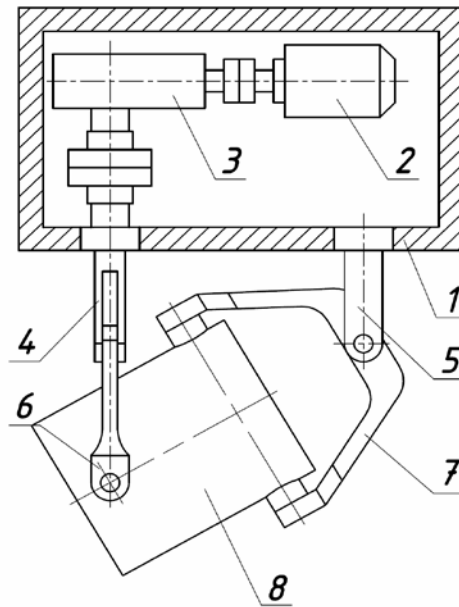


Рис. 2. Конструктивна схема експериментального стенду

Траекторія переміщення частинки визначалася відносно системи координат (x,y,z) , яка умовно нерухомо закріплена в робочій ємкості. Початок координат O розташований на середині вісі робочої ємкості, вісь x співпадає з віссю циліндра, вісь y - вертикальна, напрямок вісі z спрямований на глядача. Усі три взаємо перпендикулярні вісі представлені на рис. 3.

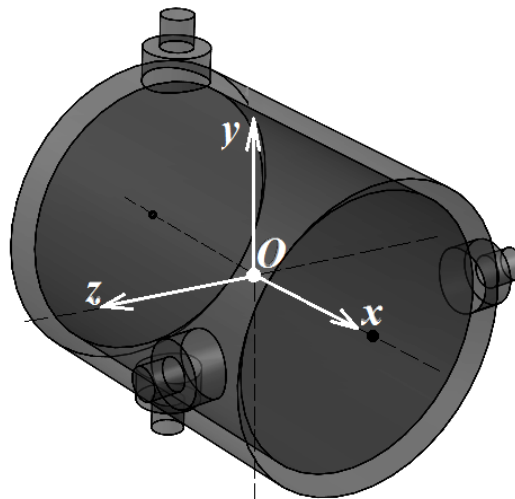


Рис. 3. Система координат (x,y,z) , для визначення траекторії руху частинки в робочій ємкості

Дослідження траекторії переміщення частинки в робочій ємкості проводилося наступним чином: прозора робоча ємкість була заповнена частинками однакової форми та розміру на 30%, при чому, одна з частинок, підсвічувалася світлодіодом, що давало можливість точно визначити її місцеположення в ємкості, виокремивши її з-поміж інших частинок. Навіть, в тих моментах часу, коли частинка знаходилася не в полі зору спостерігача, перебуваючи під шаром інших частинок, приблизне місце її

розташування, все-рівно, було відоме, завдяки тому, що промені від світлодіода пробивалися крізь шар інших частинок.

На поверхню прозорої робочої ємкості була нанесена розмітка, орієнтуючись на яку, можна було точно встановити (з невеликою похибкою) на якій відстані відносно осей фіксованої системи координат (x, y, z) у відповідний момент часу перебуває визначена частинка.

Дослідження траєкторії переміщення частинки в робочій ємкості проводилося при різній частоті обертання ведучого валу машини (від 10 до 60 об/хв) за 9 повних обертів ведучого валу машини.

Процес переміщення вмісту ємкості відзнятий двома відеокамерами одночасно. Об'єктив першої відеокамери паралельний до вертикальної площини та дозволяє відслідкувати переміщення частинки відносно осей x та y . Об'єктив другої відеокамери паралельний до горизонтальної площини та дозволяє відслідкувати переміщення частинки відносно осей x та z .

Так вдалося визначити траєкторію переміщення частинки відносно трьох осей координат, а також визначити режим руху сипкого середовища робочої ємкості для відповідної частоти обертання ведучого валу.

Траєкторії переміщення частинки в робочій ємкості відносно осей x , y та z за 9 повних обертів ведучого валу машини представлено на рис. 4а, 4б та 4в відповідно.

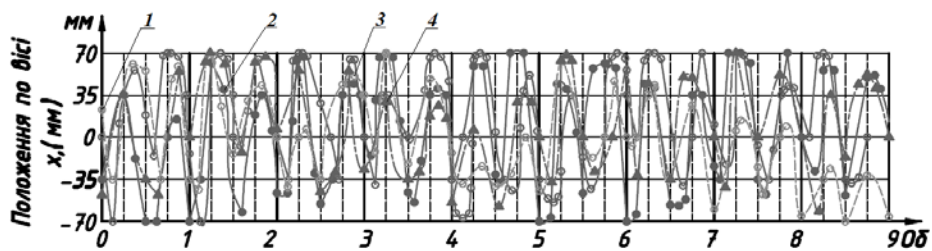


Рис. 4а

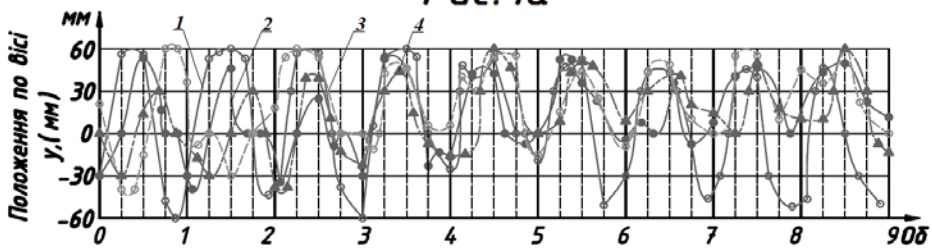


Рис. 4б

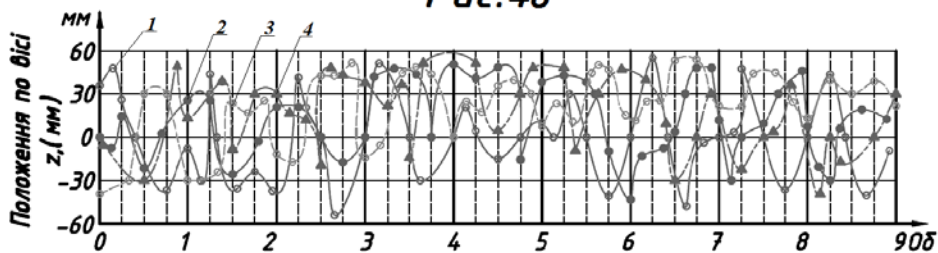


Рис. 4в

де, 1 - траекторія переміщення частинки, при частоті обертання ведучого валу машини в 10 об/хв;

2 - траекторія переміщення частинки, при частоті обертання ведучого валу машини в 20 об/хв;

3 - траекторія переміщення частинки, при частоті обертання ведучого валу машини в 40 об/хв;

4 - траекторія переміщення частинки, при частоті обертання ведучого валу машини в 60 об/хв.

Візуально було визначено режим руху сипкого середовища робочої ємкості в залежності від збільшення частоти обертання ведучого валу машини, таким чином, при частоті обертання ведучого валу машини в 10 об/хв режим руху сипкого середовища був каскадним, при частоті обертання ведучого валу в 20 об/хв режим руху сипкого середовища, став більш інтенсивним, але залишився практично каскадним, лише при різкому русі вниз правої частини циліндричного барабану, яка знаходиться ближче до веденого валу машини, спостерігалися ознаки водоспадного режиму руху вмісту робочої ємкості. При збільшенні частоти обертання ведучого валу до 40 об/хв режим руху сипкого середовища робочої ємкості став змішаним водоспадно-каскадним. А при досягненні ведучим валом машини частоти обертання в 60 об/хв режим руху сипкого середовища циліндричного барабану став повністю водоспадним.

Таким чином, було встановлено, що зміна режиму руху сипкого середовища у робочій ємкості залежить не лише від частоти обертання ведучого валу машини, а й від місця розташування сукупності частинок в середині робочої ємкості.

Така зміна режимів руху сипкого середовища в робочій ємкості за один оберт ведучого валу машини зумовлена тим, що ведений вал машини обертається змінноприскорено й під час переміщення правої частини (та що ближча до веденого валу) робочої ємкості вниз його рух значно прискорюється, таким чином, переміщення сукупності частинок від лівої частини робочої ємкості до правої буде завжди більш інтенсивним (водоспадний режим руху), ніж переміщення сукупності частинок від правої частини робочої ємкості до лівої (каскадний режим руху), коли ведучий вал машини обертається з постійною кутовою швидкістю (на ліву частину циліндричного барабану не діє значне прискорення в русі).

Також було проаналізовано представлені діаграми траекторії руху частинки в робочій ємкості та зроблено висновок, що рух частинки був ритмічним та пульсуючим. Частинка відносно тривалого періоду часу залишалася стаціонарною (відносно розташування в робочій ємкості) з наступним швидким переміщенням. Незважаючи на значне зміщення частинки в робочій ємкості під час його руху, абсолютний зсув частинки був відносно невеликий. При переміщенні, частинка поверталася майже в тіж само позиції. Розглядаючи осьову складову переміщення частинки (вздовж вісі x), спостерігається її переміщення вліво-вправо, що відбувалося двічі протягом одного обертання ведучого валу машини. З іншого боку, розглядаючи поперечний переріз циліндричного барабану (рух відносно осей y та z), можна зазначити, що прямі та зворотні переміщення часточок були розділені періодами спокою, до того ж,

переміщення частинки відносно відповідної вісі, з її поверненням до початкового місця дислокації, відбувалося лише один раз за один оберт ведучого валу машини.

Порівнюючи траєкторії переміщення частинки в робочій ємкості відносно трьох осей координат (x, y, z) , встановлено, що шлях подоланий частинкою відносно вісі x значно більший за пройдений нею шлях відносно осей y та z , а отже, інтенсивність переміщення відносно вісі x робочої ємкості є значно більшою за інтенсивність переміщення в поперечному напрямі (відносно осей y та z).

Також потрібно зауважити, що зі зміною частоти обертання ведучого валу змінювався й характер руху частинки. Так при частоті обертання ведучого валу в 10 об/хв, частинка завжди поверталася в початкові позиції й проходила повний шлях відносно всіх трьох осей координат (від мінімально від'ємного до максимально додатнього положення по кожній вісі координат).

При частоті обертання ведучого валу в 20 об/хв траєкторія руху частинки почала дещо зміщатися в додатньому напрямі відносно вертикальної вісі y .

При збільшенні частоти обертання до 40 об/хв траєкторія руху частинки значно змінилася. Її сумарний пройдений шлях різко зменшився. Траєкторія руху частинки, після трьох обертів ведучого валу, повністю змістилася в додатній напрям відносно вісі z . Аналогічна ситуація проявилася при русі частинки відносно вісі y .

При частоті обертання ведучого валу в 60 об/хв траєкторія руху часточки знову стабілізувалася та стала подібною до траєкторії при частоті обертання ведучого валу в 20 об/хв. Її пройдений шлях знову збільшився по відношенню до всіх трьох координат.

Виходячи з аналізу траєкторій, переміщення частинки в робочій ємкості відносно вісі x , необхідно зазначити, що частинка певний проміжок часу знаходиться біля правої частини робочої ємкості, потім переміщується до лівої частини робочої ємкості та майже миттєво повертається назад - до правої частини. І це також пов'язано з фактом нерівномірного обертання веденого валу машини.

Висновки. Встановлено, що характер та режим руху оброблюваного середовища циліндричного барабану залежить від частоти обертання ведучого валу машини. При невеликій частоті обертання рекомендовано використовувати машину для процесів галтування, шліфування, полірування. При більш великій частоті обертання рекомендовано використовувати машину у якості змішувача, а також для відділення деталей від литників.

Список використаної літератури

1. Патент №93982, МПК В01F 11/00. Машина для обробки деталей / Панасюк І.В., Залюбовський М.Г., заявник та патентовласник Київський національний університет технологій та дизайну - №u201404584; заяв. 29.04.2014, опуб. 27.10.2014, бюл. № 20.
3. Панасюк І. В. Визначення деяких конструктивних параметрів змішувачів з тривимірним обертанням барабану / І. В.Панасюк, М. Г. Залюбовський // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. – 2013. – № 5. – С. 76-81.
4. Alonso M. Powder coating rotary mixer rocking motion / M. Alonso, M. Satoh, K. Myanami // Powder Technology. – 1988. – № 56 – P.135-141.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ЧАСТИЦЫ СЫПУЧЕЙ СРЕДЫ В РАБОЧЕЙ ЕМКОСТИ, КОТОРАЯ ОСУЩЕСТВЛЯЕТ СЛОЖНОЕ ДВИЖЕНИЕ

ПАНАСЮК И.В., ЗАЛЮБОВСКИЙ М.Г.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Определение влияния частоты вращения ведущего вала машины на режимы движения среды и траектории перемещения частицы сыпучей среды в рабочей емкости машины для смешивания и обработки деталей.

Методика. Применены методы скоростной видеосъемки движения сыпучей рабочей среды через прозрачные стенки рабочей емкости с помощью двух видеокамер, установленных во взаимоперпендикулярных плоскостях.

Результаты. На основе анализа видеозаписей определены траектории перемещения частицы сыпучей рабочей среды в рабочей емкости относительно трех осей координат, установлена зависимость изменения режимов движения рабочей среды цилиндрического барабана от частоты вращения ведущего вала машины для смешивания и обработки деталей.

Научная новизна. Установлены закономерности влияния частоты вращения ведущего вала машины на смену режимов движения рабочей среды и характер перемещения частицы сыпучей среды.

Практическая значимость. Определены рациональные частоты вращения ведущего вала машины для выполнения различных технологических задач.

Ключевые слова: *смеситель, траектория перемещения частицы, режим движения сыпучей среды.*

EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF PARTICLE MOTION GRANULAR MEDIA INTO THE WORKING CAPACITY, WHICH PERFORMS COMPLEX MOVEMENTS

PANASJUK I., ZALYUBOVSKIY M.

Kyiv National University of Technologies and Design

Purpose. Determination of the effect of frequency of rotation of the drive shaft of the machine on the modes of motion of the medium and the path of the particles of the granular medium in the working capacity of the machine for the mixing and processing details.

Methodology. Applying the method of high-speed video of the granular working environment through the transparent wall of the working capacity by using two cameras mounted in mutually perpendicular planes.

Findings. Based on the analysis of video defined path of the particles of the granular working fluid in a working capacity on the three axes, the dependence of the mode change the working environment of the cylindrical drum of the speed of the drive shaft of the machine for the mixing and processing details.

Originality. The regularities of the influence of the rotational speed of the drive shaft of the machine to replace the regimes of motion of the working environment and the nature of the moving particles of the granular medium.

Practical value. The rational speed of the drive shaft of the machine to perform various processing tasks.

Keywords: *mixer, the trajectory of moving particles, the mode of the granular medium.*