Реферат

Кобзар В.Г. Дослідження енергетичних витрат в процесі змішування сипких матеріалів в апаратах з горизонтальним ротором. Дипломна робота магістра. СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ їм В. Даля 2018 – 76 с., 28 ілюстрацій, 8 таблиц, 5 додатків, 11бібл.назв.

Приведеноописання найбільш поширених конструкції змішувачів. Приведені результати наукових досліджень, проведених в лабораторії кафедри МОПП, а також в Сєвєродонецькойфілії НДІХІММАШ по вивченню процесу змішення і енерговитрат на його проведення. Так само приведені результати вивчення механічних навантажень на ротора змішувачів з горизонтальним циліндричним корпусом.

Запропонований типорозмірний ряд змішувачів з горизонтальним ротором. Проведена економічна оцінка ефективності випуску змішувачів. Запропонована ефективна конструкції змішувача з горизонтальним ротором.

Ключові слова: ЗМІШУВАЧІ, СИПКІ МАТЕРІАЛИ, ЕНЕРГЕТИЧНІ ВИТРАТИ, ПРОЦЕС ЗМІШЕННЯ, ТИПОРОЗМІРНИЙ РЯД, УНІФІКАЦІЯ, ГОРИЗОНТАЛЬНИЙ РОТОР, ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА.

Зміст пояснювальної записки магістерської роботи

Тема: «Дослідження енергетичних витрат в процесі змішування сипких матеріалів в апаратах з горизонтальним ротором».

Виконавець роботи: В.Г. Кобзар

Перелік умовних позначень	5
Вступ	6
1. Аналітичний огляд	7
1.1 Стрічкові	9
1.1.2. СтрічковізмішувачіконструкціїС.ф.НДІхімміш	10
1.1.3. Стрічковий змішувач фірми ″НІММІХ″	13
1.2. Плужні	15
1.3. Планетарно-шнекові	17
1.4. Барабанні	18
1.5. Відцентрові	19
1.6. З Z-подібними лопатями	21
1.7. З Z-подібними лопатями і розвантажувальним шнеком	23
1.8. Пневматичнийсопловий змішувач	24
1.9. Лопатеві змішувачі	25
2. Ціль та задачі досліджень	26
3. Дослідження процесу змішування сипких матеріалів в змішувачах з горизонтальним ротором	27
3.1. Приклад обробки експериментальних даних вибірки	30
3.2. Результати вивчення розподілу компонентів	35
4. Дослідження енергетичних витрат при перемішуванні сипких матеріалів в змішувачах з горизонтальним ротором	37
4.1. Визначення моменту опору і споживаної потужності	42
4.2. Опір руху робочих органів при змішенні дрібнодисперсних матеріалів	54
4.3. Висновки по розділу 4	56

5. Розробка типорозмірного ряду змішувачів з горизонтальним корпусом 57

6. Економічна оцінка ефективності випуску змішувачів 60

7. Техніка безпеки при роботі в лабораторії 64

7.1. Вимоги безпеки перед початком роботи 64

7.2. Вимоги безпеки під час виконання робіт 65

7.3. Вимоги безпеки після закінчення роботи 67

7.4. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях 67

7.5. Вимоги безпеки при роботі на змішувачах 69

8. Висновки та рекомендації 70

Література 71

Додатки 72

Перелік умовних позначень

Π- коефіцієнт заповнення корпуса змішувача;

M – момент опору, Н·м;

N – потужність, Вт;

x_i – концентрація ключового компонента в і-ой пробі, %;

n – число проб у вибірці;

i–номер проби;

x_{ikJ} – концентрація ключового компонента в *i* - ой пробе*kJ*-ойгруппы;

$\overline{x}_{kJ}$ -середня концентрація ключового компонента в *kJ*-ойгрупе;

$\rho_н$ – насипна маса сипучого матеріалу;

g – прискорення вільного падіння $9{,}81\,\frac{м}{с^2}$;g

h – глибина занурення в сипучий матеріал, м;

μ - коефіцієнт бокового тиску;

ω– кутова швидкість обертання, $\left[\frac{рад}{с}\right]$;

$m_{загр}$ – маса матеріалу, завантаженого в змішувач, кг;

Вступ

Темою дипломної роботи є вивчення змішувачів для сипких матеріалів з горизонтальною віссю обертання. У техніці використовуються різноманітні конструкції і принципи дії : механічні, пневматичні, вібраційні та ін., проте широке поширення отримали не усі з них. Перевагу мають надійні прості конструкції.

Метою цієї роботи є узагальнення досвіду, отриманого в процесі створення змішувачів і вивчення їх роботи на хімічних та інших підприємствах.

Перехід на ринкові стосунки припускає підвищення економічної ефективності виробництва. Відомим фактом є те, що серійне виробництво продукції вигідніше, ніж одиничне, тому в цій роботі пропонується до розробки розмірний ряд змішувачів з горизонтальним корпусом, покликаний замінити стрічкові і плугові змішувачі. Ряд включає себе конструкції періодичної і безперервної дії.

Випуск вітчизняного устаткування окрім економічних вигод дає значний соціальний ефект: збільшує число робочих місць на виробництві, сприяє підвищенню кваліфікації фахівців працюючих в області хімічного машинобудування.

Виготовлення змішувачів доступно більшості машинобудівних заводів, тому в цій роботі розроблена технічна пропозиція по випуску уніфікованого ряду змішувачів сипких матеріалів з горизонтальним корпусом і розроблена як приклад конструкція періодичної дії з номінальним об'ємом 3,2м^3.

1.Аналітичний огляд

Існує безліч конструкцій змішувачів різного принципу дії, призначених для різних технологічних процесів. Однак насправді широке поширення мають далеко не всі з них. Найбільш поширеними є конструкції, які довели свою надійність, тому новим конструкціям, які постійно з'являються, важко з ними конкурувати. Немає так само однієї універсальної конструкції, яка замінила б всі інші.

За аналогією з транспортними засобами - існують легкові автомобілі для міста, позашляховики для сільської місцевості, трактора для роботи в полі, і т.д.

До найбільш поширених конструкцій змішувачів відносяться:

- Стрічкові
- Плужні;
- Планетарно-шнекові;
- Барабанні;
- Відцентрові;
- з Z-подібними лопатями;
- з Z-подібними лопатями і розвантажувальним шнеком;
- Пневматичний сопловий змішувач;
- Планетарно - лопатеві змішувачі;
- Лопатеві змішувачі;

Опис їх конструкцій наведено нижче.

Вибір конструкції залежить від процесу, в яких вони застосовуються, а саме:

- фізико-механічні характеристики матеріалів (сипучі незв'язні, сипучі зв'язні, пастоподібні з низькою в'язкістю, пастоподібні з високою в'язкістю.);
- великотоннажне виробництво або окремі невеликі партії;
- безперервний або періодичний процес;
- обсяг однієї партії матеріалу;

- необхідна вивантаження всього замісу одночасно, або частинами, або безперервним потоком;

- припустимо подрібнення продукту в процесі змішування;

- чи налипає продукт на корпус і лопаті змішувача;

- припустимо проведення замісу, якщо в корпусі є залишки від попереднього замісу або необхідно очистити корпус змішувача після кожного замісу чи ні;

- потрібен нагрів або охолодження в процесі змішування чи ні;

- відбуваються одночасно зі змішанням інші процеси, наприклад, хімічна реакція, сушка, гранулювання, подрібнення агрегатів і т.д.

Відділ змішувального обладнання С.Ф. НДІХІММАШ розробив типорозмірний ряди вищезазначених конструкцій змішувачів, хоча проводилися роботи і по розробці нових конструкцій.

Була розроблена методика вибору змішувачів. Зокрема, був розроблений РД РТМ 26-01-129 - 80 «Машины для переработкисыпучихматериалов. Метод выбора оптимального типа питателей, смесителей и измельчителей»[10]. На підставі визначення фізико-механічних характеристик сипучих матеріалів пропонувалося зробити вибір оптимальної конструкції змішувача.

Практично, вибір машин для конкретних технологічних процесів проводився на підставі досвіду експлуатації змішувачів на діючих виробництвах. Про їх роботу відділ змішувачів мав інформацію на підставі узгодження опитувальних листів для замовлення змішувачів і обстеження їх роботи на діючих виробництвах. У тому випадку, якщо виробництво було новим і були сумніви в тому що машина придатна що до даного процесу, замовнику пропонувалося провести експериментальні роботи по перевірці придатності для проведення конкретного технологічного процесу на лабораторному устаткуванні відділу.

Подібним чином, діють провідні світові виробники змішувачів.

Розглянемо особливості конструкцій і технологічні процеси в яких застосовуються вищеназвані змішувачі.

1.1Стрічкові

Типова конструкція - ротор, що обертається навколо горизонтальної осі в нерухомому корпусі, який має робочі елементи у вигляді стрічок, які переміщують матеріал уздовж осі корпусу - до центру по зовнішньому діаметру, від центру - ближче до осі ротора.

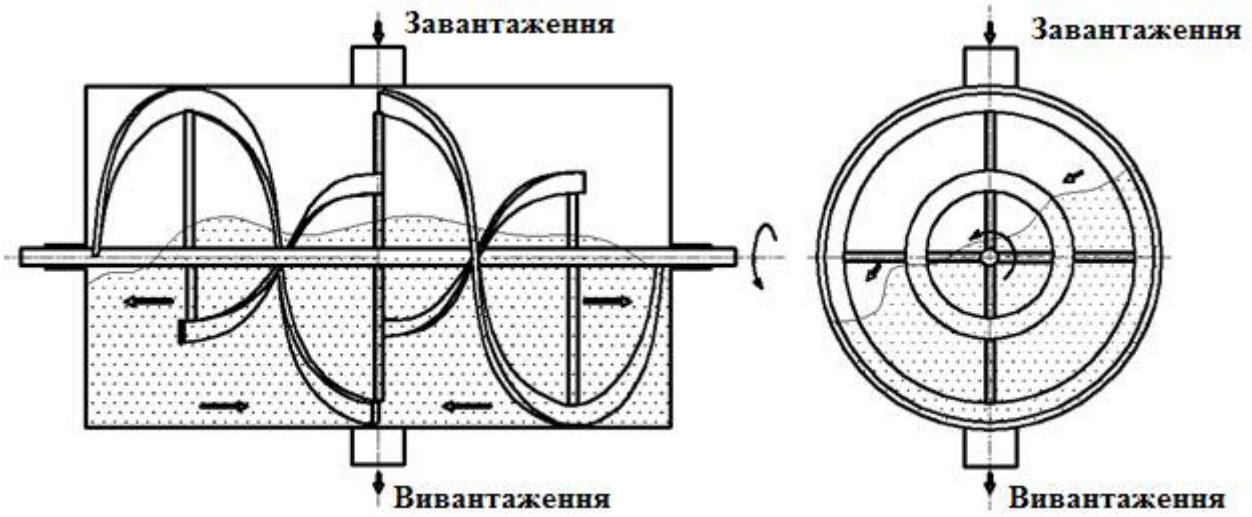


Рис. 1.1-1. Стрічкові змішувачі

Рух матеріалу відбувається під дією ротора що обертається; як на поверхні сипучого матеріалу, пересипанням, так і в масі матеріалу; подрібнення компонентів значне; небезпечно змішання з кускових матеріалів - можливе заклинювання ротора; фізико-механічні характеристики змішуваних матеріалів значно впливають на опір обертанню ротора.

Мають середню інтенсивність змішування, яка залежить від частоти обертання ротора (зазвичай 10-20 об / хв). Для збільшення інтенсивності змішування потрібно нелінійне збільшення витрати енергії на змішання.

Оскільки корпус нерухомий, зручно організувати його завантаження і вивантаження.

Призначені для змішування добре сипучих матеріалів, а так само незначно зв'язкових не надто схильних до налипання на поверхні. Можливе приготування паст обмеженою в'язкості.

1.1.2 Стрічкові змішувачі конструкції С.ф. НДІхіммаш

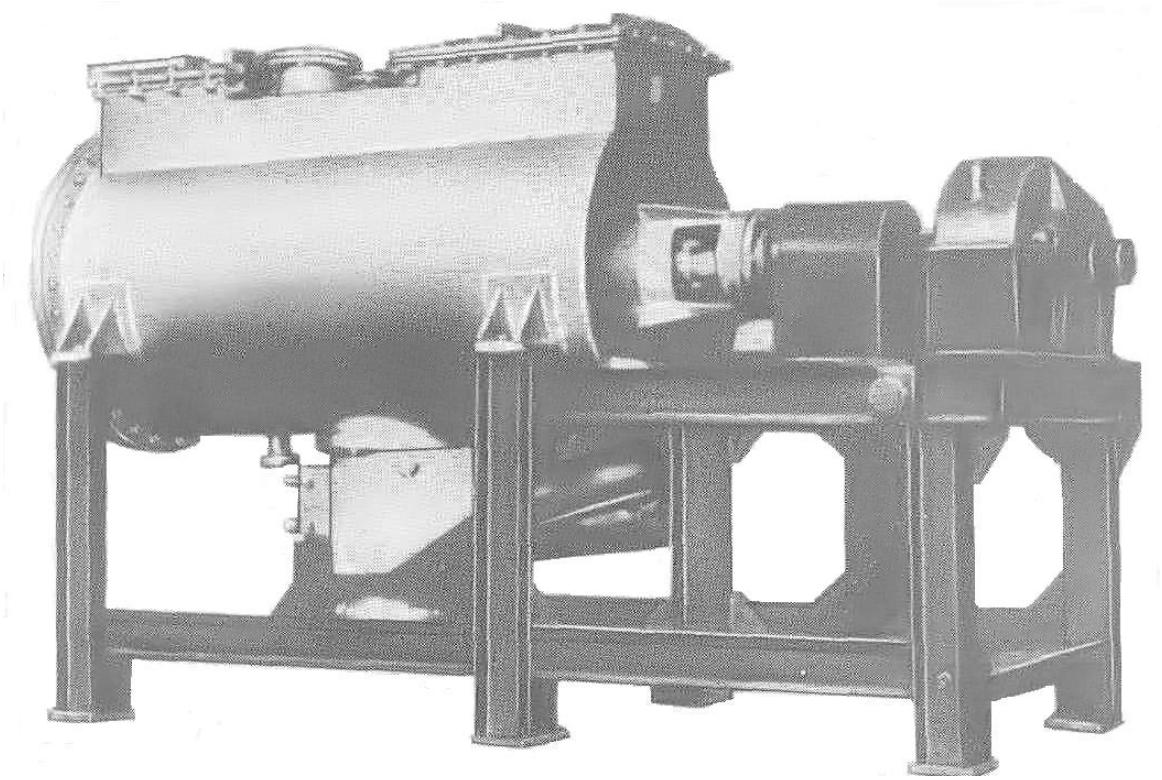


Рис.1.1-1. Стрічковийзмішувач

В С.ф. НДІхіммашбуврозроблений та випускався серийно на заводіБердічевськомузаводіхімічногомашинобудування «Прогрес» типорозмірний ряд ціхзмішувачив, номінальниміоб'ємамі 1; 1,6; 3,2; 10 м^3, та різнихвиконань. Вони зарекомендовали себе як надійні та простімашини.

Стрічковізмішувачіпризначені для змішуваннясипучихматеріалівнасипноюгустиною не більше 1500 кг / м^3, а такожсипучих з невеликою кількістюрідкихкомпонентів, щовводяться в розпиленомустані, з отриманням готового продукту у виглядісипучоїсуміші.Змішувачмаєгоризонтальний корпус ночвоподібноїабокруглоїформи. Усередині корпусу розташований ротор, на валу якого на стійкахзакріплено по дві пари концентричнихспіральнихліво- і

правозаходнихстрічок. В процесіроботизовнішністрічкипереміщуютьматеріал в центральнучастину корпусу, а внутрішні - до йоготорцевихстінках.

Привід ротора - віделектродвигуна через редуктор і муфту.

Вихіднікомпонентизавантажуютьзверху через штуцери; вивантаженнясумішіздійснюється через нижнійрозвантажувальний клапан з пневматичним приводом.

Змішувачі, щокомплектуютьсяелектроустаткуванням у вибухозахищеноговиконання, призначені для установки у вибухонебезпечнихприміщенняхзоникласуВ-Іа по ПУЕ-76.

Приєднувальнірозмірифланців - на Ру 0,1 МПа.

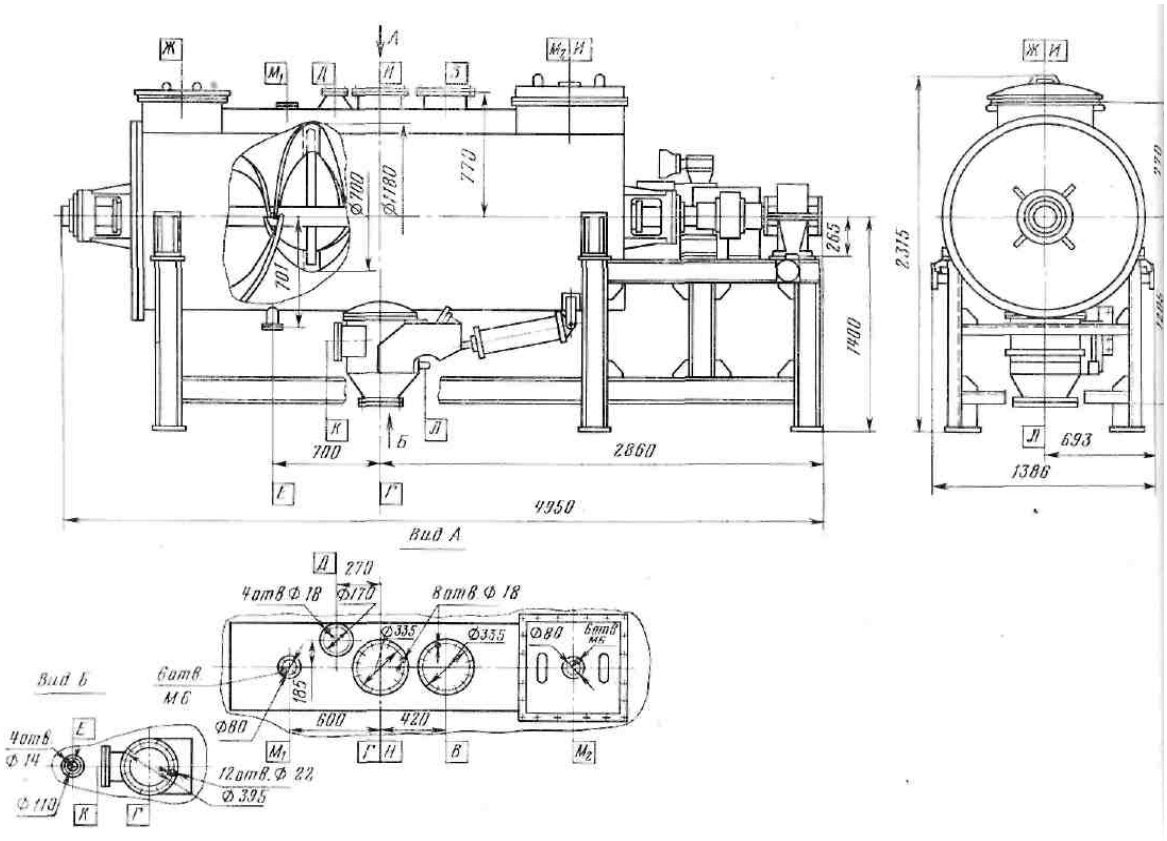
Змішувачівиготовляють в двохвиконаннях: НУ (ВБУ) і 14К (ВБК і ВБК5).

Середовищевкамерізмішувача для виконання 14У (ВБУ) - некорозійні, вибухонебезпечнакатегорії і групи IIА-Т4 по ГОСТ 12.1.011-78; 14К (ВБК і ВБК5) - корозійна, вибухонебезпечнакатегорії і групи IIА-Т4 по ГОСТ 12.1.011-78.

Таблицяштуцерів

Обозн.	Призначення	Кількість	Умовнийпрох.
В	Завантаженняматеріала	1	250
Г	Вивантаженняпродукту	1	3000
Д	Отсос	1	100
Е	Спускпромивних вод	1	50
Ж	Люк	1	500х600*
И	Люк	1	600х690*
К	Люкзатвора	1	200х380*
Л	Обдувказатвора	1	20
М1,2	Технологичний	2	40
Н	Дляустановки розривної мембрани	1	250

*Розмір прямокутнього штуцера в свету



План розташуванняотворівпідфундаментніболти и регулюючигвинти

Рис. 1.1-2. Змішувач Лн-3,2 (Лн-2000)

Технична характеристика

Вихіднікомпонентизавантажуютьзверху через штуцери;

вивантаженнясумішіздійснюється через нижнійрозвантажувальних клапан з пневматичним приводом.

Змішувачі, что комплектуютьсяелектроустаткуванням у вибухозахищеноговиконання, прізначені для установки у вібухонебезпечніхпріміщенняхзоникласу В-Іа по ПУЕ-76.

Прієднувальнірозмірифланців - на Ру 0,1 МПа.

Змішувачівиготовляють в двохвиконаннях: НУ (ВБУ) и 14К (ВБК и ВБК5).

Середовищевкамерізмішувача:

для виконання

14У (ВБУ) - некорозійні, вібухонебезпечнакатегорії и групи IIA-T4 по ГОСТ 12.1.011-78;

14К (ВБК и ВБК5) - корозійна, вібухонебезпечнакатегорії и групи IIA-T4 по ГОСТ 12.1.011-78.

1.1.3Стрічковий змішувач фірми ″HIMMIX″

Стрічковийзмішувачфірми ″HIMMIX″, він же горизонтальний змішувач застосовується для змішування сипучих, гранульованих, порошкоподібних матеріалів і компонентів.

Перевага даного змішувача в можливості змішувати сухі інгредієнти з рідкими компонентами.

Даний змішувач дозволяє перемішувати продукти різної щільності, розміру і структури.

Стрічковий змішувач відмінно зарекомендував себе при виробництві кормових сумішей.

Рис. 1.1-3. Стрічковийзмішувачфірми ″HIMMIX″

Змішувач широко застосовується у фармацевтичній, хімічній, харчовій, металургійній та інших промисловостях.

Так як змішувачі даного типу використовуються в різних галузях, то і проектування може бути в різних варіантах і обсягах, згідно з технічними характеристиками замовника.

Принцип роботи:

Завантаження компонентів в змішувач виконується через завантажувальний люк, який герметично закривається. Робоча ємність має циліндричну форму. Обертання стрічкового пристроями,, всередині ємності, забезпечує тривимірне рух частинок матеріалу. Конструкція стрічкового

змішувача дозволяє додавати в суміш рідкі компоненти шляхом уприскування. Вивантаження здійснюється через вивантажний люк обладнаний пневматичним приводом.

конструкція:

Змішувач являє собою циліндричну ємність, встановлену на станині і забезпечену приводом обертання (мотор-редуктором). Ємність стрічкового змішувача має герметичні вузли завантаження та вивантаження. Ємність змішувача може бути виконана з різної марки стали, в тому числі з харчової нержавіючої сталі марки AISI 304 або AISI 316. Також змішувач обладнаний пневматичним приводом вивантажного люка. Щит управління обладнаний таймером роботи, кнопкою аварійної зупинки і системою захисту управління двигуна.

переваги:

Однорідність змішування компонентів.

Можливість змішування сухих матеріалів з рідкими компонентами.

Герметична ємність змішувача.

Зовнішні та внутрішні поверхні змішувача легко піддаються санітарній обробці.

Пневма-привід вивантажувального люка.

За бажанням стрічковий змішувач можна обладнати додаткової оснащенням в будь-якому обсязі і комплектації:

Частотний перетворювач;

Система вакуумної завантаження;

Куттер (подрібнювач, сікач);

CIP мийка (душірующего головки);

Огорожа безпеки;

Система підігріву і охолодження ємності;

Система вібрації ємності для вивантаження погано сипучих матеріалів;

Адаптація змішувача для роботи з бінамі (завантаження і вивантаження в ємності);

Установка Контрольно-Вимірювальних Приборов (КВП) цифровий та аналоговий виходи для віддаленої роботи зі змішувачем, світлова та звукова сигналізація, лічильник кількості оборотів, тахометр, сенсорна TOUCH-панель і т.д.

1.2. Плужні

Типова конструкція - ротор, що обертається навколо горизонтальної осі в нерухомому корпусі, який має робочі елементи у вигляді плужка, які переміщують матеріал по осі корпусу. На відміну від стрічкових змішувачів, частота обертання ротора на порядок вище (100-200 об / хв), відповідно, питома потужність приводу ротора на порядок вище, а час приготування суміші на порядок нижче.

Рух матеріалу відбувається під дією ротора що обертається; як на поверхні сипучого матеріалу розкиданням по поверхні, так і масі матеріалу; подрібнення компонентів значне; фізико-механічні характеристики змішуються матеріалів впливають на опір обертанню ротора.

Призначені для змішування добре сипучих матеріалів, а так само незначно зв'язкових не надто схильних до налипання на поверхні. Можливо і приготування паст обмеженою в'язкості. На думку автора, даний тип змішувача можливо легко уніфікувати з стрічковими.

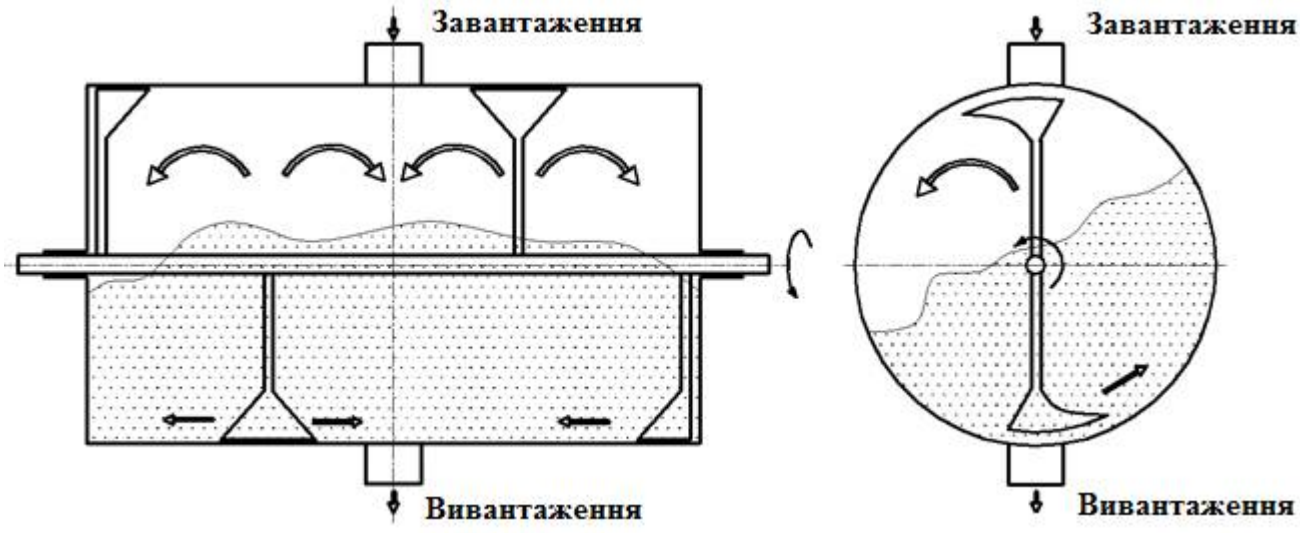


Рис. 1.2. Плужні змішувачі

1.3 Планетарно-шнекові

Типова конструкція - конічний корпус, циліндричний похилий шнек, що обертається одночасно навколо своєї осі і осі корпусу. Для здійснення такого режиму руху шнека служить водило, на якому шнек закріплений і через яке проходить привід шнека.

Ці змішувачі зазвичай мають порівняно невисоку інтенсивність змішування і питому потужність приводу шнека і водила. Характерно відсутність застійних зон і повне вивантаження матеріалу з корпусу після замісу. Конічна форма корпусу часто виявляється зручною при компонуванні технологічної лінії.

Призначені для змішування сипучих матеріалів. Можливе приготування паст обмеженою в'язкості.

У трьох вищезгаданих конструкціях іноді виникає необхідність подрібнення агрегатів, що утворюються при змішуванні. У цьому випадку застосовуються диспергуючі головки, що представляють собою швидкохідні обертові елементи, зазвичай безпосередньо з'єднані з ротором електродвигуна.

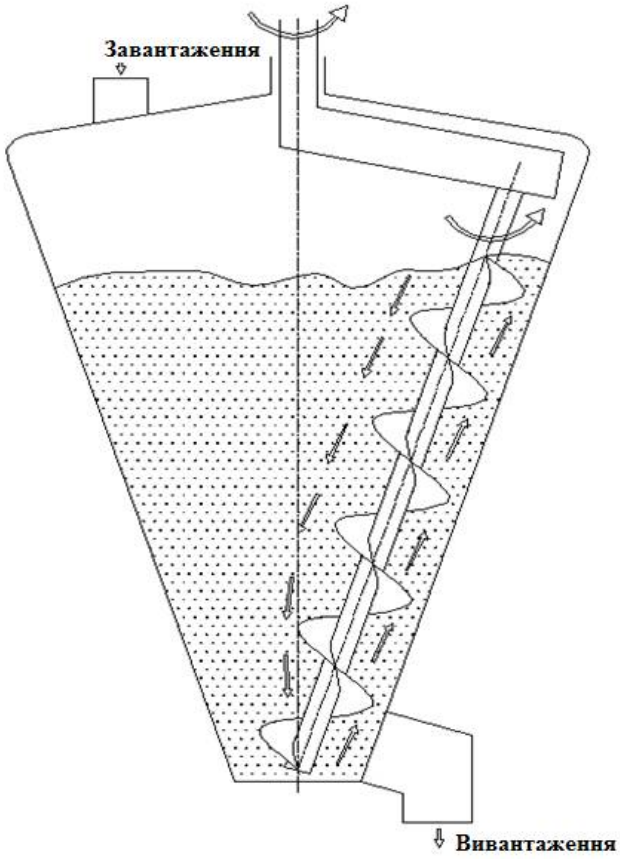


Рис. 1.3. Планетарно-шнекові змішувачі

1.4.Барабанні

Типова конструкція - корпус, що обертається навколо горизонтальної осі.

Принципове переваги, які вони мають: рух матеріалу відбувається під дією гравітаційних сил на поверхні сипучого матеріалу; подрібнення компонентів незначне; можливо змішання з кускових матеріалів, наприклад, будівельних розчинів зі щебенем; фізико-механічні характеристики змішуваних матеріалів незначно впливають на опір обертанню барабана.

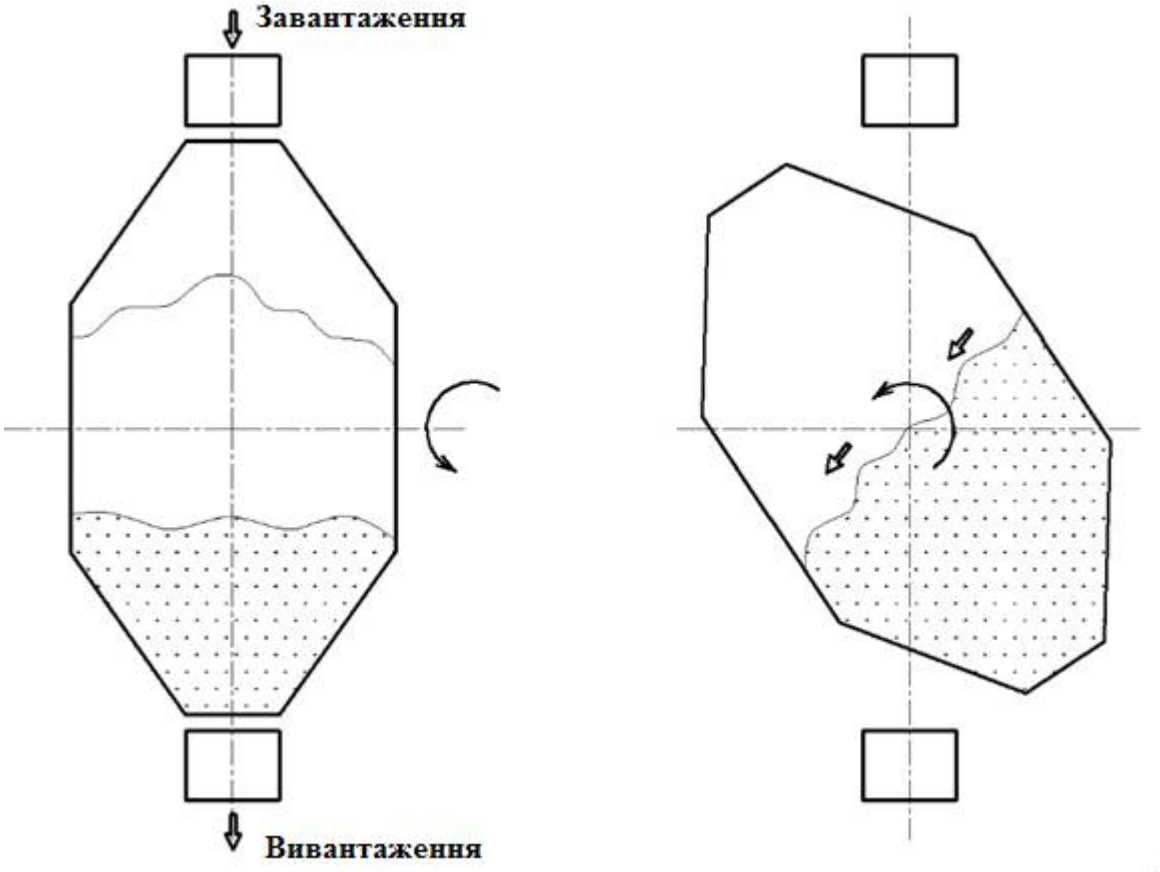


Рис. 1.4. Барабанні змішувачі

Принципові недоліки: порівняно низька інтенсивність змішування, ускладнення процесів завантаження і вивантаження. Інтенсивність змішання принципово обмежується деякою граничною частотою обертання корпусу, при якій відцентрові сили, що діють на матеріал, збільшуються настільки, що відбувається обертання сипучого матеріалу разом з корпусом.

Призначені для змішування добре сипучих матеріалів. Часто використовуються для проведення гранулювання. Але можливо і приготування паст обмеженою в'язкості.

1.5.Відцентрові

Особливість конструкції - вертикальний нерухомий корпус, в нижній частині якого обертається ротор з вертикальною віссю. Ротор має лопаті, які впливають при обертанні на матеріал таким чином, що він весь знаходиться в

підвішеному стані над обертовим ротором. Зазвичай матеріал обертається під дією лопатей з невеликою швидкістю (у багато разів нижче швидкості обертання ротора), має форму подібну тору. У нижній частині тора відбувається надзвичайно активне змішання, матеріал піднімається уздовж корпусу вгору і потім зсипається до середнього отвору тора. Матеріал знаходиться в стані віброожіженія. Інтенсивність змішання в такому режимі надзвичайно висока, змішання закінчується за 1 - 2 хвилини.

Застосовуються й інші режими роботи змішувача, коли матеріал циркулює по всьому об'єму корпусу змішувача. Режим роботи залежить від конструкції ротора і частоти його обертання [11].

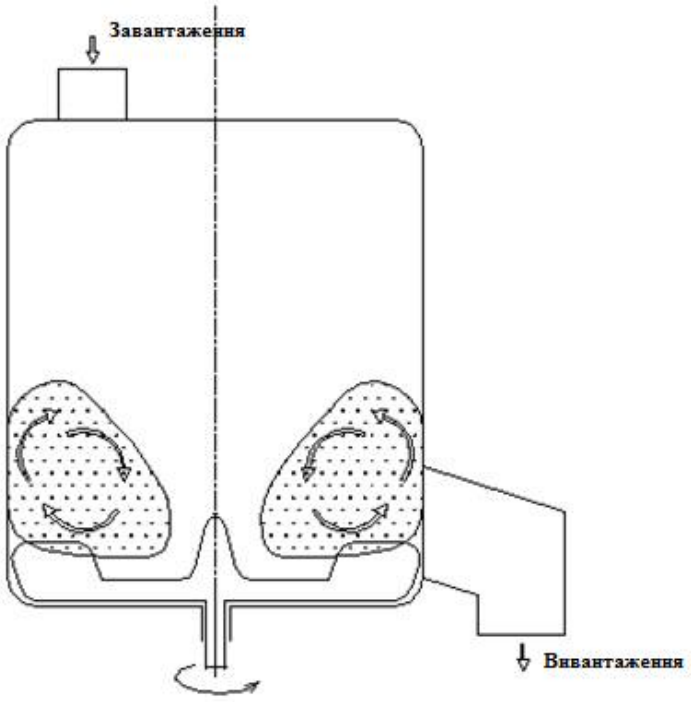


Рис.1.5. Відцентрові змішувачі

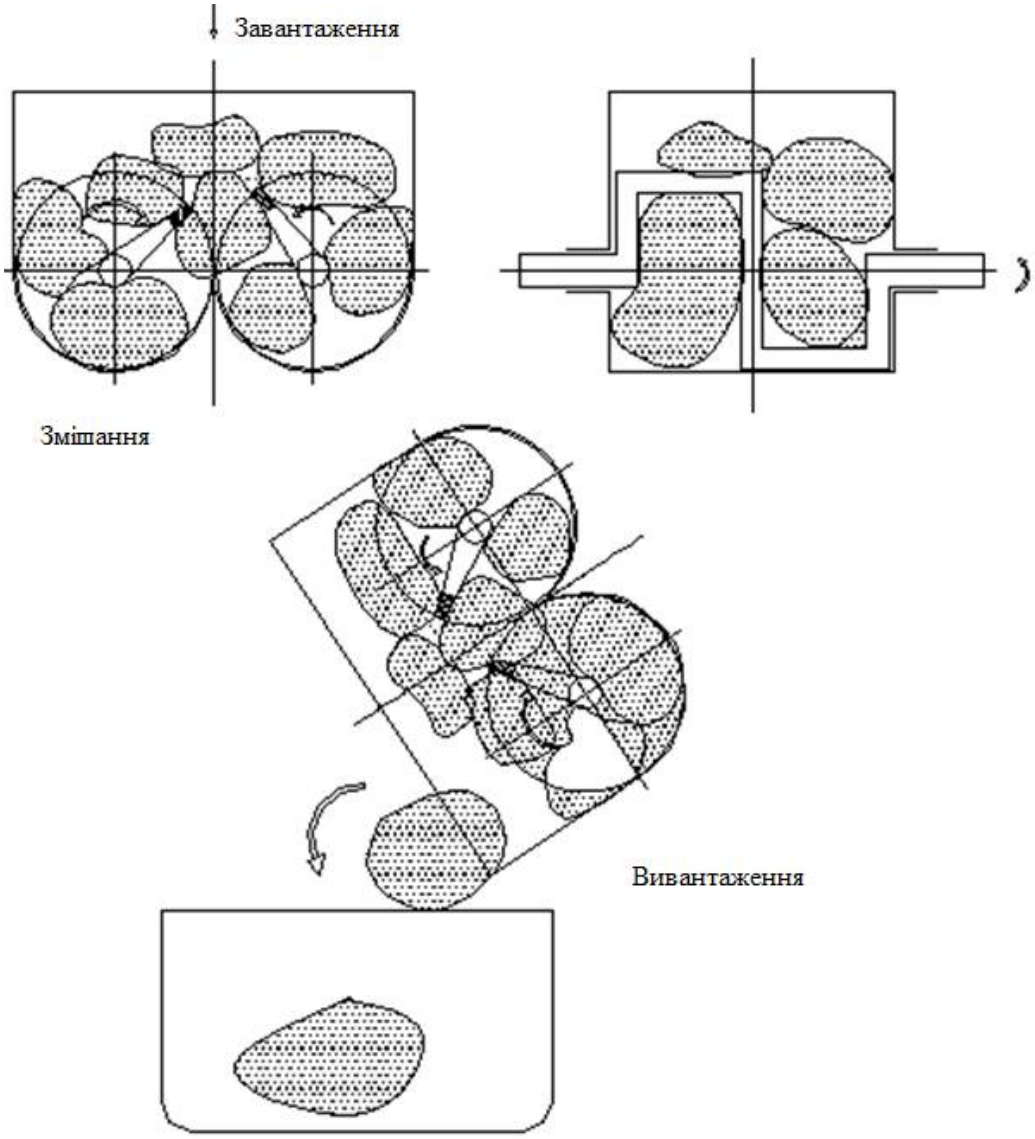
Вони призначені для змішування добре сипучих матеріалів, можна з невеликими добавками рідин.

Інтенсивність змішання в цих змішувачах рекордна, тому застосовують їх або для отримання дуже однорідної суміші або там, де потрібна висока продуктивність.

У цих змішувачах відбувається повне вивантаження суміші через бічний затвор, розташований в циліндричної частини корпусу над лопатями, всі частинки видуваються з корпусу потоком повітря, який створюють лопаті.

1.6.3 Z-подібними лопатями

Особливість конструкції - наявність двох розташованих горизонтально роторів з паралельними осями. Ротори мають форму, призначену для роботи з високов'язкими матеріалами. Конструкції роторів можуть бути різні. В НДІХІММАШвіддавали перевагу Z-образним роторам, тому за цим типом змішувачів і закріпилася така назва.Ротори обертаються з різнимичастотами



обертання.

Рис.1.6. Змішувачі з Z-подібними лопатями

Ці змішувачі здатні виробляти змішання як сипучих матеріалів, так і паст, а також можуть застосовуватися в процесах отримання паст із сипучих матеріалів при додаванні в них рідин. Змішувачі універсальні, працюють в дуже складних умовах, коли змінюються фізико-механічні параметри суміші від сипучого матеріалу до пастоподібного з високою в'язкістю і здатністю до налипання на ротори та корпус. Конструкція роторів і різна їх частота обертання (тертя) сприяють взаємному очищенню лопатей і корпусу в процесі змішування. Ці змішувачі універсальні, вони можуть замінити вищеописані змішувачі для сипучих матеріалів і практично всі змішувачі для паст. Однак за цю універсальність доводиться платити значним ускладненням і подорожчанням конструкції.

Процес змішування відбувається порівняно повільно, але однорідність отриманої пастоподібної суміші може бути високою.

Встановлена потужність приводу залежить від властивостей одержуваних продуктів. Найбільш потужні приводи використовуються для отримання розплавів полімерів, паст для пресування гальмівних колодок і т.п.

Вивантаження отриманої суміші, зазвичай пастоподібної, відбувається шляхом перекидання корпусу при обертових роторах і випадання суміші з корпусу в піддон. Повного вивантаження досягти зазвичай не вдається, 10-20% суміші залишається налиплими на роторах і корпусі змішувача. Ці залишки можуть бути розмішені при подальшому замісі, якщо це допустимо, якщо немає, то доводиться застосовувати ручну очистку за допомогою скребків.

Звертаючись до аналогії з транспортними засобами - ці змішувачі подібні тракторам, призначеним для роботи в складних польових умовах. Їх застосування виправдане при проведенні складних процесів: змішання паст або приготування паст із сипучих компонентів.

1.7.3 Z-подібними лопатями і розвантажувальним шнеком

Конструкція роторів змішувача аналогічна наведеної вище, але в нижній частині корпусу між роторами розташований шнек. Шнек служить для додаткової циркуляції компонентів при змішуванні і для вивантаження суміші. При вивантаженні суміші напрямок обертання шнека такий, що суміш виводиться з корпуса шнеком, а при змішуванні направляє суміш в корпус.

Призначення аналогічно попередньої конструкції. Істотною перевагою змішувача з розвантажувальним шнеком є можливість керованого розвантаження через шнек, кращі умови роботи для обслуговуючого персоналу, можливість екструдування пастоподібних сумішей або рівномірної подачі пастоподібних або сипучих сумішей.

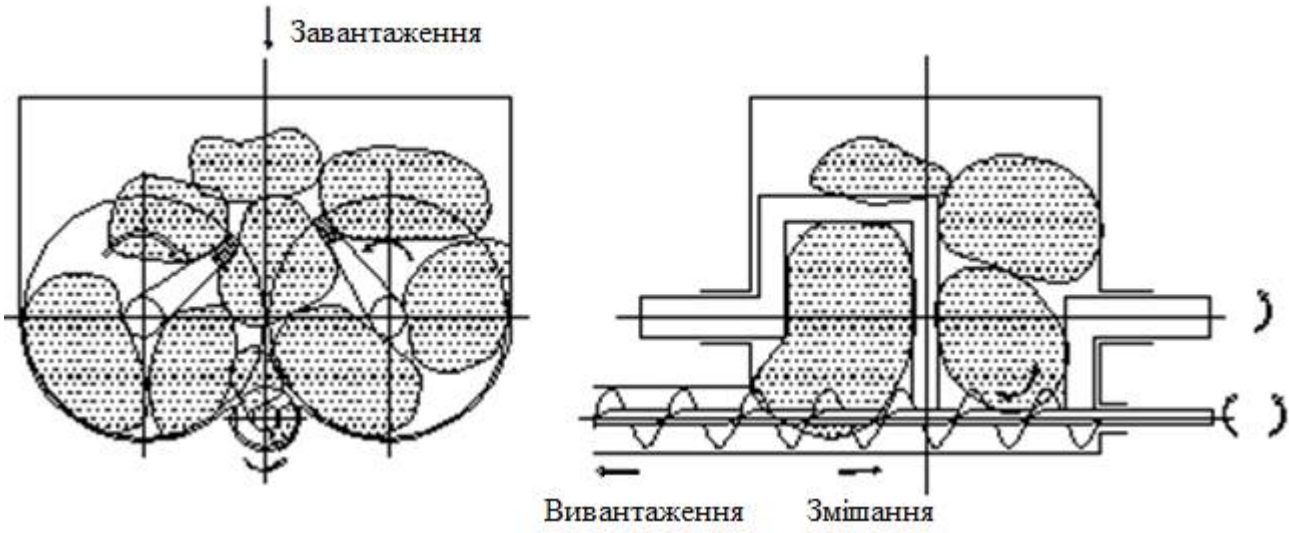


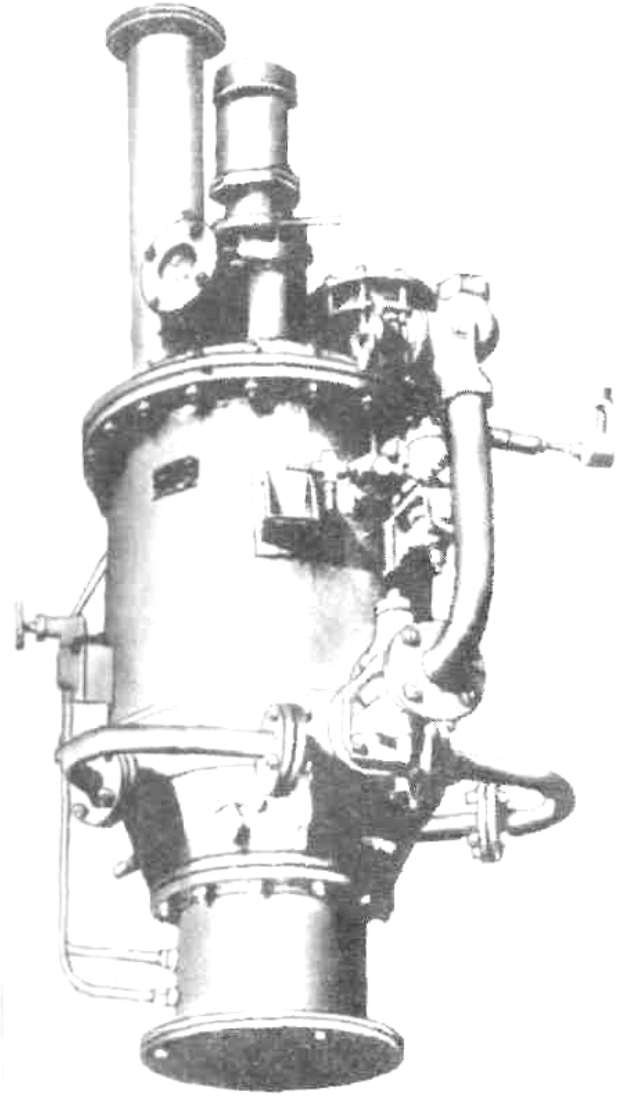
Рис.1.7. Змішувачі з Z-подібними лопатями і розвантажувальним шнеком

Корпус змішувача нерухомий, тому і завантаження його так само полегшується. З іншого боку, ручна очистка корпусу і роторів, в разі такої необхідності, ускладнюється в порівнянні з попередньою конструкцією.

1.8.Пневматичний сопловий змішувач

Змішувач періодичної дії пневматичний сопловий ПС-100 ВБК-01 призначений для змішування і усереднення партій сипучих матеріалів насипною густиною не більше 1500 кг/м^3, особливо термочутливих, а також що не допускають подрібнення або забруднення.

Змішувач складається з камери змішувача, що представляє собою вертикальну циліндричну посудину з конічним днищем, закритий зверху еліптичної кришкою. На кришці встановлено ротаційний пиловідокремлювачі, що складається з двох паралельних дисків, між якими розташовані лопатки. Привід пиловідокремлювачі - від електродвигуна. У нижній частині конічного днища передбачені розвантажувальний клапан і сопла для підведення азоту



(повітря).

Рис.1.8. Пневматичний сопловий змішувач

1.9.Лопатеві змішувачі

Змішувачи фірми «Stads» застосуються для змішення сипких матеріалів. Продукт зазвичай перемішується при періодичному завантаженні продукту. Це змішувачі з найбільш високим рівнем рівномірності перемішування сипучих матеріалів і сумішей т. к. Застосовується рівно швидкісний рух перемішуючих органів з близьким приляганням крайок, що перемішують лопатей до стінок змішувача, на відміну від горизонтальних і вертикальних шнекових змішувачів.

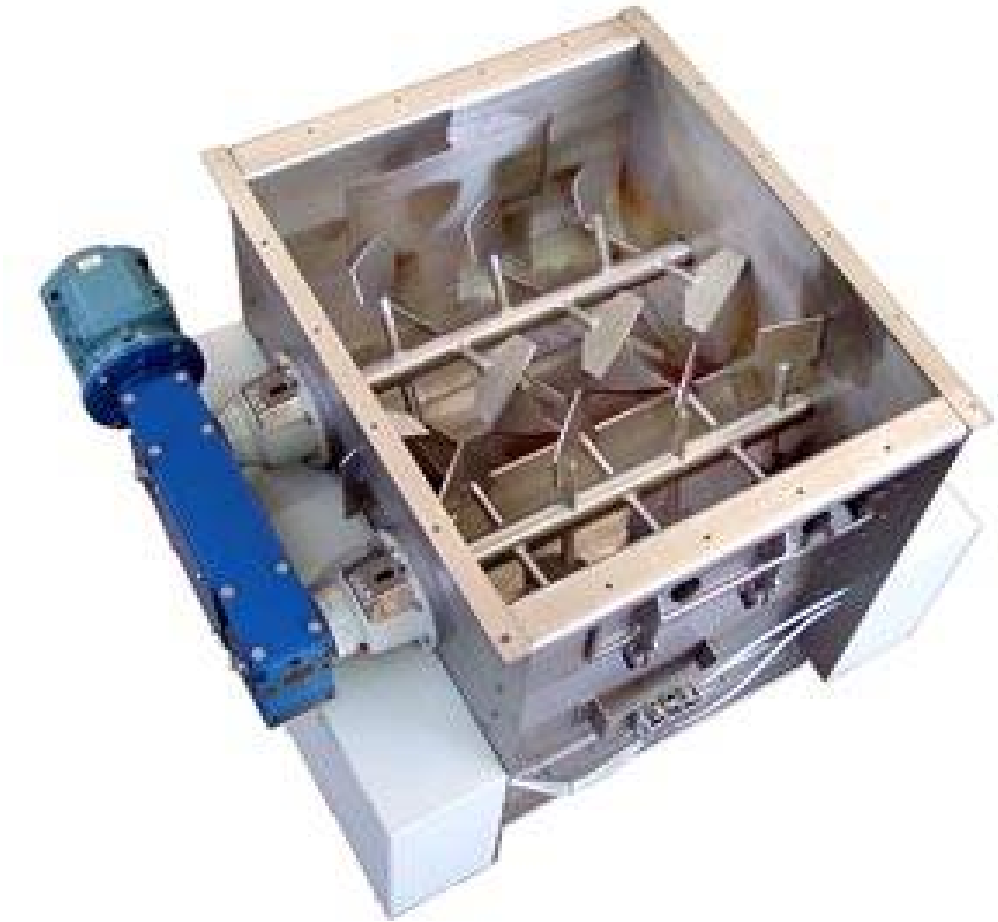


Рис.1.9. Лопатевий змішувач

2 Ціль та задачі досліджень

Основна мета досліджень, згідно завданню, є визначення енергетичних витрат в горизонтальних змішувачах сипких матеріалів. Лабораторія кафедри МОПП має модель стрічкового змішувача. Тому експериментальні роботи проводилися на ньому. Окрім того були використані матеріали досліджень, проведених в С.ф. НДІхіммаш. Крім дослідження енергетичних витрат, проводилися також дослідження процесу змішування, оскільки це необхідно для визначення ефективності змішувача.

Необхідно переконатися в тому, що випуск продукції дасть економічний ефект. Тому слід визначити потребу в даній продукції для передбачуваного ринку збуту, розробити раціональну номенклатуру виробів типоразмерного ряду, застосовуючи при цьому принципи стандартизації і уніфікації, оцінити собівартість виробів у виробника, оцінити вартість виробів на передбачуваному ринку, оцінити очікуваний прибуток, зробити висновок про доцільність організації серійного випуску даних виробів. Слід прагнути до серійного випуску виробів, оскільки загальновизнано, що собівартість одиничних зразків обходиться на порядок дорожче.

Виходячи з вищевикладеного необхідно розробити конструкцію одного з представників типорозмірного ряду змішувачів, в даній роботі передбачається використати для зрівняння данні стрічкового змішувача номінальним об'ємом 6,3 $м^3$[11]. Для порівняння використані дані для аналогічних машин з каталогів іІнтернет-ресурсу.

Після проектування необхідно встановити масу витрачених матеріалів, трудомісткість виготовлення, витрати виробника (собівартість).

Вартість аналогічних по конструкції машин на ринку України взяті з відкритих джерел (інтернет).

3. Дослідження процесу змішування сипучих матеріалів в змішувачах з горизонтальним ротором

В лабораторії кафедри МОПП були проведені експерименти по вивченню процесу змішування в змішувачі Лн-24.

У наведених нижче дослідах в змішувач завантажували сухий пісок і металеві тирса. Тирса завантажували близько торцевої стінки змішувача на поверхню піску. У процесі змішування відбувався розподіл тирси в піску.

Вивчення розподілу компонентів вироблялося шляхом відбору проб по схемі наведеної на малюнку 3.1, через певний час змішування.

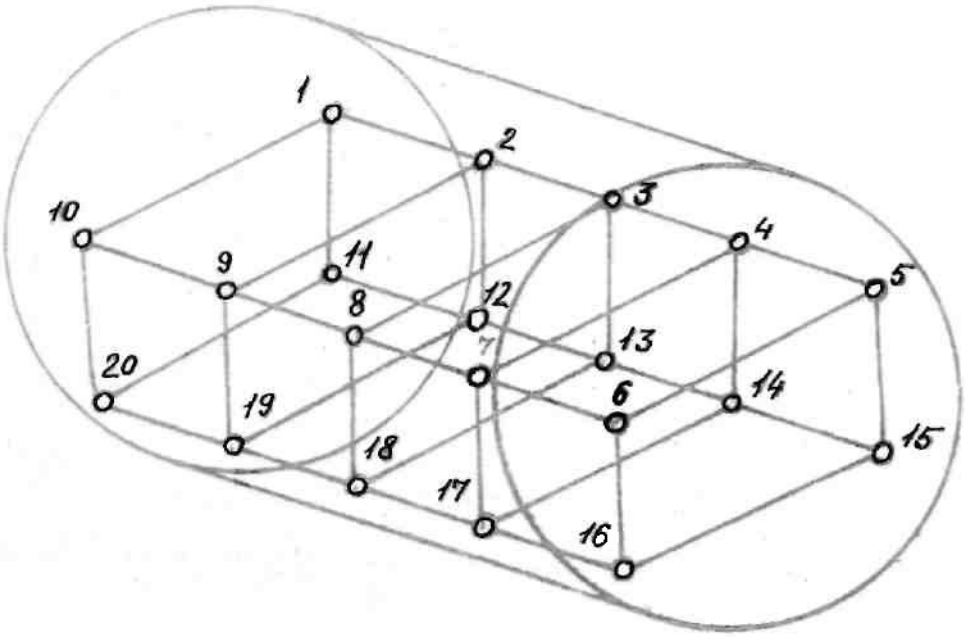


Рис. 3.1. Схема відбору проб з корпусу змішувача

Проводилося приготування декількох сумішей. У даній роботі наведені результати приготування суміші, що складається приблизно з 95% вагових піску (основний компонент) і 5% металевих тирси (ключовий компонент).

Зважування компонентів суміші здійснювалося на торгівельних весах РМ10Ц13М з точністю 0,005 кг.

Маса проб становила приблизно 10-20 грамів (див. рис. 3.2).

Рис.3.2 Проби що відібрані для аналізу розподілу ключового компонента

Відібрані проби поділялися на компоненти за допомогою магніту.

Рис.3.3. Відбір ключового компонента за допомогою магніту

Маса тирси і піску визначалася шляхом зважування на лабораторних вагах TypWA-21 (ZakladyMechanikiPrecyzyinej, Gdansk, Polska, 1971) з точністю до 50 мг.

Точність вимірювання отриманих результатів оцінювалася за допомогою залежних вибірок, тобто таких вибірок, у яких вміст ключового компонента в відповідних точках однаково. Різниця результатів визначення концентрації ключового компонента в відповідних пробах викликана похибка методу. В результаті точність аналізу змісту ключового компонента в пробах оцінюємо $V_a \approx 2\%$.

Найкращий можливий результат випадкового (рандомального) розподілу V_Rоцінювався за допомогою формули Штанге [4]. Підраховувалася

дисперсія випадкового розподілу S_R^2, потім коефіцієнт неоднорідності $V_R = \frac{100 \cdot \sqrt{S_R^2}}{\bar{x}}$,%.

Для даного гранулометричного складу матеріалів і розміру проб $V_R \approx 3\%$.

Таким чином можна зробити висновок про те що при значеннях V_C суміші менше ≈5% результати стають статистично невиразними.

Крім обчислення коефіцієнта неоднорідності вироблялося обчислення середніх значень групових концентрацій 10 верхніх і 10 нижніх проб (1-10; 11-20), правих і лівих (1-5, 11-15 і 6-10, 16-20) (див. Рис.3.1) і вироблялося порівняння групових середніх концентрацій за допомогою критерію Стьюдента.

Далі, вироблялося порівняння п'яти групових середніх чотирьох проб відібраних по осі корпусу (1,11,10,20); (2,12,9,19); (3,13,8,18), (4,14,7,17); (5,15,6,16) (див. Рис.3.1). Порівняння проводилося методом дисперсійного аналізу.

Така обробка результатів експерименту за допомогою методів математичної статистики дозволяє визначити швидкість розподілу матеріалів суміші у різних напрямках.

3.1. Приклад обробки експериментальних даних вибірки

Як приклад розглянемо обробку результатів змішання піску і металевої тирси, отримані в лабораторному змішувачі Лн-24 через 36 секунд змішування.

Відповідно до номерів проб (див. рис.3.1) були визначені наступні вагові концентрації ключового компонента (металевої тирси) в пробах вибірки.

№№ проб					Концентрація ключового компонента в відповідних пробах, x_i%				
1	2	3	4	5	7,545	8,649	7,958	2,018	1,898
10	9	8	7	6	7,471	6,999	3,206	2,290	1,616
11	12	13	14	15	7,734	7,451	5,353	2,669	1,846
20	19	18	17	16	7,861	7,234	4,638	2,017	1,883

Розраховуємо середню концентрацію ключового компонента у всіх 20 пробах вибірки (середнє вибіркове)

$$\bar{x}_i = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n} = 4{,}744\ \%\ ,$$

де: x_i – концентрація ключового компонента в і-ой пробі, %;

n – число проб у вибірці.

Сума квадратів різниць

$$S^2(x) = \sum_{i=1}^{n} \left(x_i - \bar{x}\right)^2 = 130$$

Виправлена вибіркова дисперсія

$$D(x) = \frac{S^2(x)}{n-1} = \frac{130}{19} = 6{,}86\ .$$

Коефіцієнт неоднорідності суміші

$$Vc(x) = \frac{100 \cdot \sqrt{D(x)}}{\bar{x}} = \frac{100 \cdot 2{,}62}{4{,}744} = 55{,}2\ \%.$$

Виробляємо порівняння двох вибіркових середніх верхнього і нижнього шарів $\bar{x}_в$ и $\bar{x}_н$ [4, с.297-303]. Число проб в групах $n_в = n_н = 10$.

$$\bar{x}_в = \frac{\sum_{i=1}^{10} x_{вi}}{10} = 4{,}620\ \%\ ;$$

$$\bar{x}_н = \frac{\sum_{i=1}^{10} x_{нi}}{10} = 4{,}869\% .$$

Визначимо виправлені вибіркові дисперсії верхньої і нижньої груп

$$D_в = \frac{\sum_{i=1}^{n_в} \left(x_{вi} - \bar{x}_в\right)^2}{n_в - 1} = 6{,}62;$$

$$D_н = \frac{\sum_{i=1}^{n_н} \left(x_{нi} - \bar{x}_н\right)^2}{n_н - 1} = 6{,}14;$$

де: $n_в$ и $n_н$ кількість проб у верхній і нижній вибірках.

Для коректного порівняння $\bar{x}_в$ і $\bar{x}_н$ необхідно провести перевірку однорідності дисперсій $D_в$ і $D_н$. Підраховуємо ставлення більшої з порівнюваних дисперсій до меншої (критерій Фішера-Снедекора).

$$F = \frac{D_{большая}}{D_{меньшая}} = \frac{6{,}62}{6{,}14} = 1{,}085 .$$

Критичне значення критерію $F_{кр}$ визначаємо по [1, додаток 7]. При рівні значності α=0,01; число ступенів свободи більшої дисперсії $k_1=n_в$-1=9, меншою $k_2=n_н$-1=9. $F_{кр}$=5,35.

$F<F_{кр}$, отже, дисперсії однорідні.

При рівні значності α=0,01 перевірити нульову гіпотезу H_0: $\bar{x}_в = \bar{x}_н$.

Підраховуємо значення критерію Стьюдента

$$Z = \frac{\bar{x}_в - \bar{x}_н}{\sqrt{\frac{D_в}{n_в} - \frac{D_н}{n_н}}} = \frac{4{,}620 - 4{,}869}{\sqrt{\frac{6{,}92}{10} - \frac{6{,}14}{10}}} = -0{,}941 .$$

Конкуруюча гіпотеза H_1: $\bar{x}_в \neq \bar{x}_н$, критична область двостороння.

Знайдемо праву критичну точку, для чого спочатку підрахуємо функцію Лапласа

$$\Phi(Z_{кр}) = \frac{1-\alpha}{2} = \frac{1-0{,}01}{2} = 0{,}495 .$$

По таблиці функції Лапласа [1, додаток 2] визначаємо $Z_{кр} = 2{,}58$.

$|Z| \prec Z_{кр}$ - вибіркові середні різняться незначимо, $\bar{x}_в = \bar{x}_н$.

Зробимо порівняння вибіркових середніх з правого та лівого боків корпусу, аналогічно вищенаведеним для верхнього і нижнього шарів.

$\bar{x}_п$ и $\bar{x}_л$ [4, с.297-303]. Число проб в групах $n_п = n_л = 10$.

$$\bar{x}_п = \frac{\sum_{i=1}^{10} x_{пi}}{10} = 4{,}967\%;$$

$$\bar{x}_л = \frac{\sum_{i=1}^{10} x_{лi}}{10} = 4{,}521\ \%.$$

Визначимо виправлені вибіркові дисперсії правої і лівої груп

$$D_п = \frac{\sum_{i=1}^{n_п} \left(x_{пi} - \overline{x_п}\right)^2}{n_п - 1} = 6{,}8;$$

$$D_л = \frac{\sum_{i=1}^{n_л} \left(x_{лi} - \overline{x_л}\right)^2}{n_л - 1} = 6{,}2.$$

$$Z = \frac{\bar{x}_п - \overline{x_л}}{\sqrt{\frac{D_п}{n_п} - \frac{D_л}{n_л}}} = \frac{4{,}967 - 4{,}521}{\sqrt{\frac{6{,}8}{10} - \frac{6{,}2}{10}}} = 1{,}82.$$

$$Z_{кр} = 2{,}58.$$

$|Z| \prec Z_{кр}$ - вибіркові середні різняться не значимо, $\bar{x}_п = \bar{x}_л$.

Виробляємо порівняння середніх для п'яти груп, розташованих по осі корпусу методом дисперсійного аналізу. [5, с.349-362].

Розбиваємо вибірку з 20 проб на п'ять груп, по 4 проби в кожній розташованих по осі корпусу: 1J (x_1, x_{11}, x_{10}, x_{20}); 2J (x_2, x_{12}, x_9, x_{19}); 3J (x_3, x_{13}, x_8, x_{18}); 4J (x_4, x_{14}, x_7, x_{17}); 5J (x_5, x_{15}, x_6, x_{16}).

Підраховуємо середні значення концентрацій ключового компонента для груп.

$$\bar{x}_{kJ} = \frac{\sum_{i=1}^{4} x_{ikJ}}{4},$$

де номери груп $k\{1, 2, 3, 4, 5\}$.

$\bar{x}_{1J} = 7{,}653;\ \bar{x}_{2J} = 7{,}583;\ \bar{x}_{3J} = 4{,}426;\ \bar{x}_{4J} = 2{,}248;\ \bar{x}_{5J} = 1{,}811.$

Для коректного порівняння середніх цим методом потрібно, щоб виправлені групові дисперсії були однорідні.

$$D_{kJ} = \frac{\sum_{i=1}^{4} \left(x_{ikJ} - \bar{x}_{kJ}\right)^2}{4-1}.$$

$D_{1J} = 0{,}0315;\ D_{2J} = 0{,}5388;\ D_{3J} = 0{,}7994;\ D_{4J} = 0{,}0952;\ D_{5J} = 0{,}0173;$

Проведемо перевірку однорідності дисперсій за критерієм Кочрена

$$G = \frac{D_{J\max}}{\sum_{k=1}^{5} D_{kJ}} = \frac{0{,}7994}{1{,}4822} = 0{,}5393.$$

Критичне значення критерію Кочрена для рівня значущості α=0,05; J=l=5; n_J-1=k=3. [4, додаток 8]

$G_{кр} = 0{,}5981$;

$G \prec G_{кр}$, групові дисперсії по осі однорідні.

Обчислюємо факторну дисперсію [4, с.351-355]

$$D_{ф} = \frac{i \cdot \sum_{k=1}^{5} \left(\bar{x}_{kJ} - \bar{x}\right)^2}{J-1} = 31{,}458,$$

де: i - кількість проб в кожній групі (i = 4).

Залишкова дисперсія

$$D_o = \frac{\sum_{k=1}^{5}\sum_{i=1}^{4} \left(x_{ikJ} - \bar{x}_{kJ}\right)^2}{k \cdot (i-1)} = \frac{4{,}45}{5 \cdot 3} = 0{,}296;$$

де: x_{ikJ} – концентрація ключового компонента в i - ой проб$e$$kJ$-ойгруппы;

$\bar{x}_{kJ}$ -середня концентрація ключового компонента в kJ-ойгрупе.

Підрахуємо критерій Фішера-Снедекора

$$\Phi = \frac{D_\phi}{D_o} = \frac{31{,}458}{0{,}296} = 106 .$$

Критичне значення критерію Фішера-Снедекора

$\Phi_{кр} = 3{,}06$ [4, додаток 7]

(при α=0,05; число ступенів свободи чисельника k_1=4; а знаменника k_2=15)

$\Phi \succ \Phi_{кр}$ - групові середні відрізняються значимо.

3.2 Результати вивчення розподілу компонентів

Результати випробувань стрічкового змішувачаЛн-24, що є копією промислового серійного, наведені в таблицяхД.1-Д.3 (див. Додатки).

Для вивчення кінетики процесу змішування в змішувачах з горизонтальним циліндричним корпусом в Сєвєродонецькому філії НДІХІММАШ були проведені експериментальні роботи.

Метою робіт було визначення доцільності розробки уніфікованого типоразмерного ряду замість стрічкових і плужних змішувачів випускаються в даний час. Були випробувані кілька конструкцій роторів обертових з різною частотою і кілька конструкцій диспергуючих головок. Коефіцієнт заповнення корпусу змішувача η =0,6.

Ефективність різних конструкцій горизонтальних змішувачів була проведена в С.ф. НДІхіммаш.

Були проведені зрівняння ефективності наступних конструкцій змішувачів: стрічкового, плужного, з пружними елементами і вертикальної диспергуючей головкою.

Результати ціх досліджень приведени в табл. Д4.

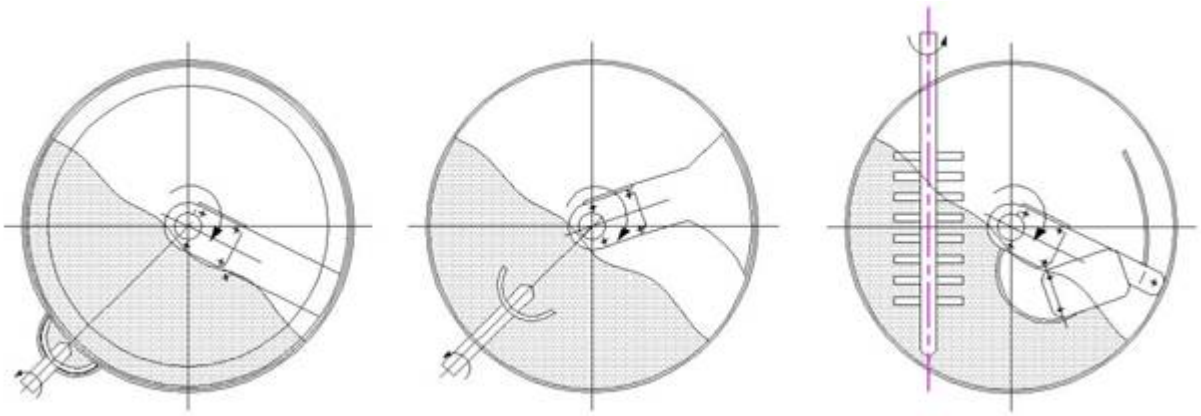


Рис.3.2. Схеми випробуваних змішувачів

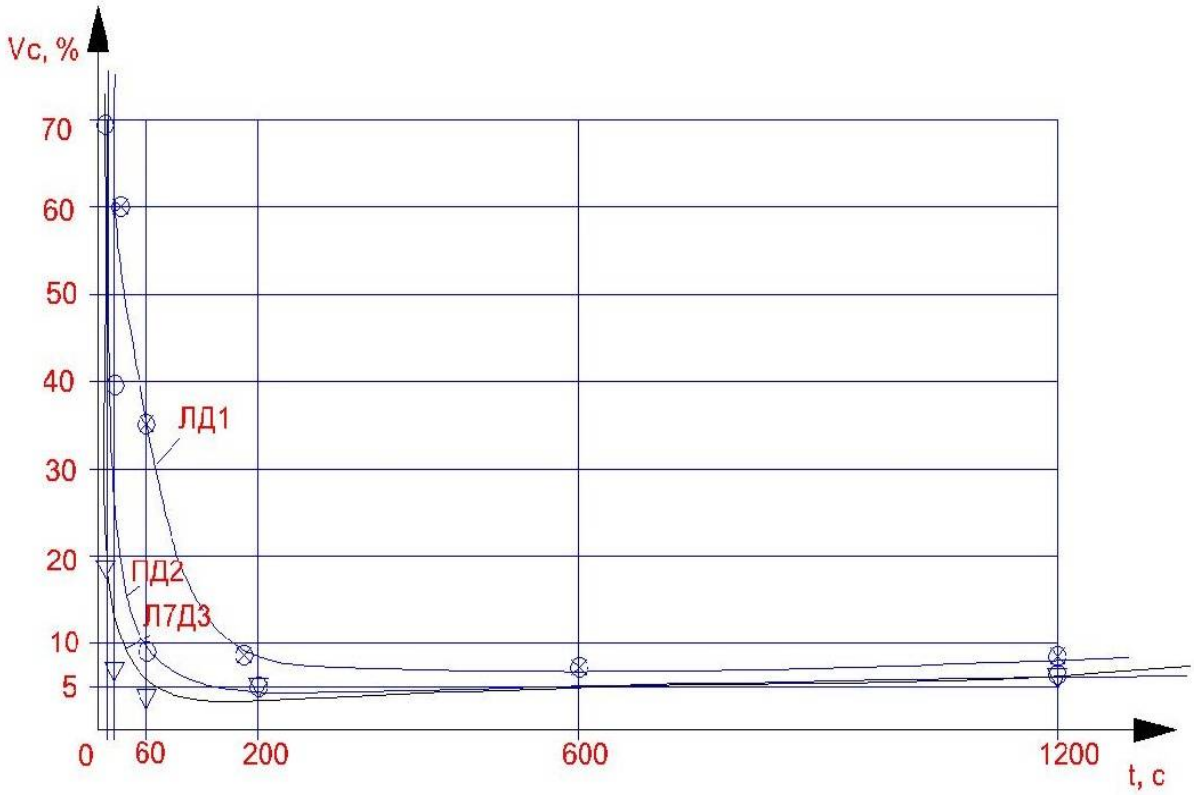


Рис.3.3. Кінетика процесу змішування в змішувачах:

⊗- стрічковому; О - плужному; ∇ - з пружними елементами і вертикальної диспергуючей головкою.

Аналізуючи отримані результати (див. табл.Д.1.-Д4), приходимо до висновку, що найбільш повільне розподіл компонентів в стрічковому змішувачі відбувається по осі корпусу. У стрічковому змішувачі однорідний розподіл досягається приблизно через10 хвилин.

Змішання в площинах перпендикулярних осі вала відбувається інтенсивно. У стрічковому змішувачі суміш переміщається з малою швидкістю, осьовий розподіл компонентів відбувається повільно.

Стрічкові змішувачі в разі необхідності оснащують диспергуючими головками, зануреними в шар сипучого матеріалу. Їх завданням, в основному, є подрібнення агрегатів, що утворюються в процесі змішування.

Були проведенні дослідження також інших конструкцій змішувачів з горизонтальним циліндричним корпусом: плужних та з пружними елементами і вертикальної диспергуючей головкою.

Найбільшу ефективність показав змішувач з пружними елементами і вертикальної диспергуючей головкою (див.Рис.3.3).

Ці змішувачи були рекомендовані для серійного випуску.

4. Дослідження енергетичних витрат при перемішуванні сипких матеріалів в змішувачах з горизонтальним ротором

Для визначення енергетичних витрат в лабораторному змішувачі Лн-20, що встановлений в лабораторії кафедри МОПП здійснювалось за допомогою наступного обладнання.

Споживана потужність вимірювалась за допомогою амперметра MSZ 808 з наступними технічними характеристиками.

Сила струму, А 0-10;

Точність вимірювання, А 0,1;

Призначений для визначення постійного, та перемінного струму.

Напруга вимірювалась за допомогою тестера SUNWAYX-1000A.

В даному приборі використовувалася функція вимірювання постійної напруги. В цьому режимі він мав наступні характеристики.

Напруга, В 0-250;

Точність вимірювання, В 5.

Виміряні значення струму та напруги перемножувалися и таким чином визначалася потужність, що потребляє привід, Вт.

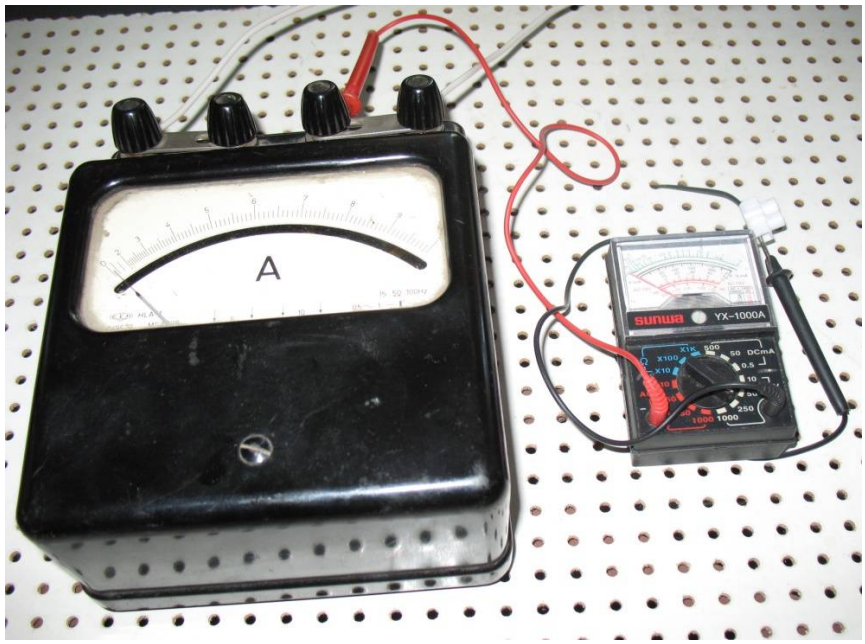


Рис. 4-1 Амперметр MSZ 808 та тестерSUNWAYX-1000A

Вимір проводився при завантаженому корпусі змішувача.

Затим, з цієї величини вихиталася потужність холостого ходу, яка була виміряна на тій же частоті обертання приводом ненавантаженого змішувача.

Частота обертання вимірювалась за допомогою вело комп’ютера ASSIZEAS-820.

Магніт, що є необхідним для вимірювання частоти обертання крапився на муфті, що з’єднує двигун постійного струму і редуктор . Магнітний датчик кріпився на корпусі редуктора.

Цій комп’ютер має функцію відображеннячастоти обертання колеса, яка і використовувалася в даної роботі.

Виміряєма частота обертання об/хв. 0-3600.

Рис. 4-2. Вело комп'ютер ASSIZEAS-820

Таблиця 4.1. Результати вимірювань на холостому ході змішувача Лн-24

n, об/мин	I, А	U, В	Nxx, Вт
50	2,1	40	84
100	2,6	80	208
150	3,1	110	341
200	3,6	130	468
250	4,2	145	609
300	4,7	160	752
350	5,2	170	884
400	6	175	1050

Таблиця 4.2. Результати вимірювань при завантаженні змішувача Лн-24 піском

коеф. заповн, η	n, об/хв	I, А	U, В	Потребл. потужність Nи, Вт	Потужність перемішув. N, Вт
	100	2,9	80	232	24
0,083	150	3,3	110	363	22
(3,2 кг)	200	3,9	125	487,5	20
	100	3,1	80	248	40
0,17	150	3,75	110	412,5	72
(6,4 кг)	200	4,45	125	556,25	88
	100	3,5	80	280	72
0,25	150	4,1	110	451	110
(9,6 кг)	200	4,7	125	587,5	120
	100	3,9	80	312	104
0,33	150	4,7	110	517	176
(12,8 кг)	200	5,6	125	700	232
	100	4,7	80	376	168
0,42	150	5,4	110	594	253
(16,0 кг)	200	6,2	125	775	307
	100	5,4	80	432	224
0,5	150	6,3	110	693	352
(19,2 кг)	200	7,3	125	912,5	445

Споживана потужність визначається як різниця потужність, заміряний ватметр під навантаження N_u і потужності холостого ходу N_{xx} на тих же обертах.

$$N = N_u - N_{xx} \qquad (4\text{-}1)$$

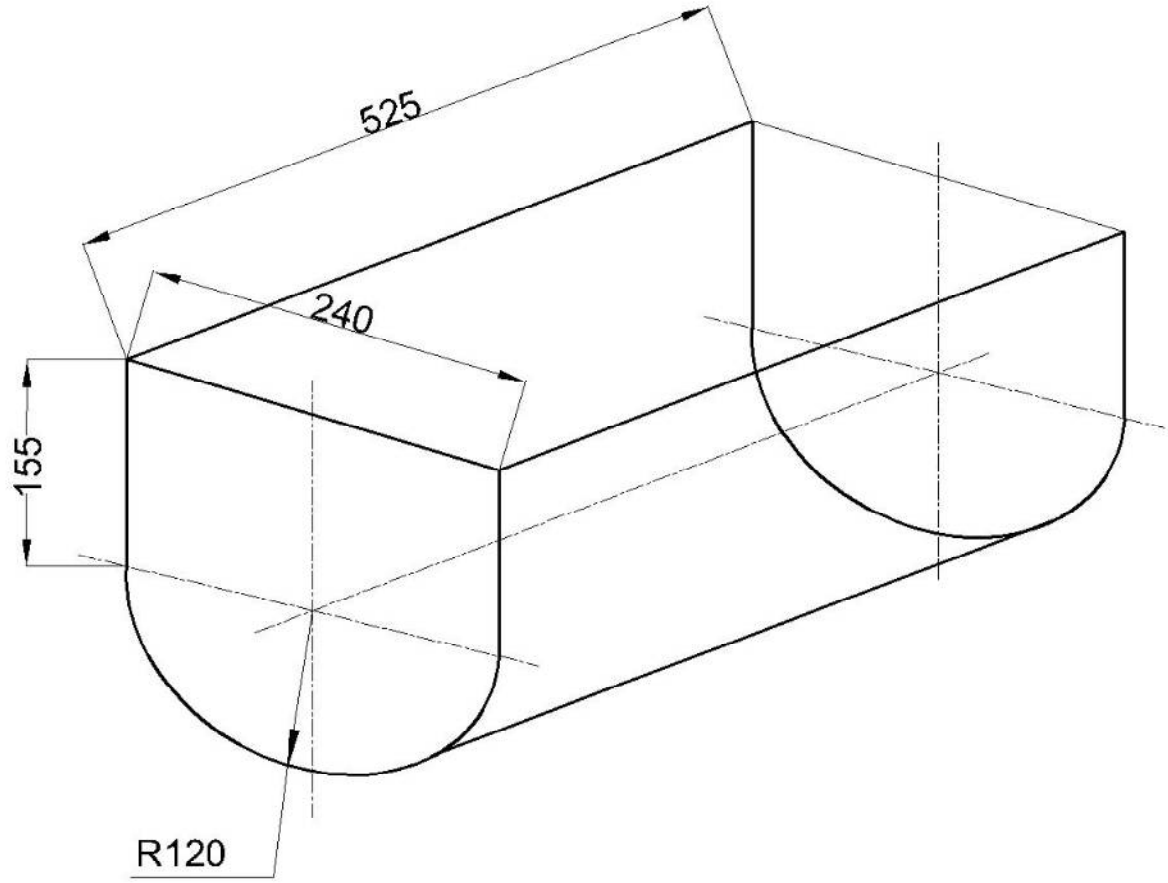


Рис. 4-3 Размери корпуса змішувача Лн-24

Номінальний об’єм корпуса – 32 л;

Об’єм що описує ротор – 24 л;

Коєфіцієнт заповнення η – приймається як частка від об’єму що описує ротор, наприклад, η=0,5; об’єм, що заповнює сипкий матеріал =12 л.

4.1Визначення моменту опору і потужності.

У Северодонецької філії НДІХІММАШ для змішувачів потужність визначалася за допомогою ватметра. Крім того, на змішувачі ПЖ-130 методом динамічного тензометрування визначався момент опору переміщення робочого органу в сипучому середовищі [5].

Для вимірювання активної потужності використовувався ватметр Д-566 0,2 класу точності з межею вимірювання до 3 кВт. Якщо потужність перевищувала цю величину, застосовувалося шунтування струмовою обмотки приладу.

Перевагою цього методу вимірювання потужності є простота його здійснення. Однак його точність невисока, так як в виміряну потужність, входять втрати на тертя в приводі, в сальниках, на нагрівання обмоток двигуна, гістерезис і вихрові струми.

Формула (4-1) передбачає, що всі ці втрати не залежать від навантаження на привід і приймаються постійними для даної швидкості обертання робочих органів. Крім того, неможливим є вимір пускового моменту і пускової потужності, так як привід і електричні прилади мають інертність.

Метод динамічного вимірювання моменту що крутить заснований на визначенні моменту опору руху одному з робочих органів. Метод дозволяє зняти осцилограму моменту що крутить. На відтарірованої осцилограмі визначали роботу однієї лопаті за оборот. Потужність, споживана змішувачем, визначиться як добуток отриманої роботи на швидкість обертання ротора і число робочих органів.

Переваги динамічного вимірювання моменту що крутить в порівнянні з перерахованими електричними методами наступні:

На точності вимірювань не впливає втрати в приводі і ущільнення змішувача.

Виявляється не тільки усереднена величина споживаної потужності, але і характер навантаження на привід і кожен плуг як під час пуску змішувача, так і після виходу його на робочий режим.

До недоліків методу слід віднести порівняно велику трудомісткість і значні матеріальні витрати на його здійснення.

Система динамічного вимірювання моменту опіру (рис.4.1-1) складався з двох вузлів динамічного тензометрування 1, струмознімача 2, підсилювача 3, осцилографасвітлопроменевого 4, блока живлення для осцилографа 5, підсилювача 6,вузол динамічного тензометруваннябув укріплений на валу змішувача, струмознімач змонтований на спеціальній стійці, а його ротор з'єднаний з валом змішувача.

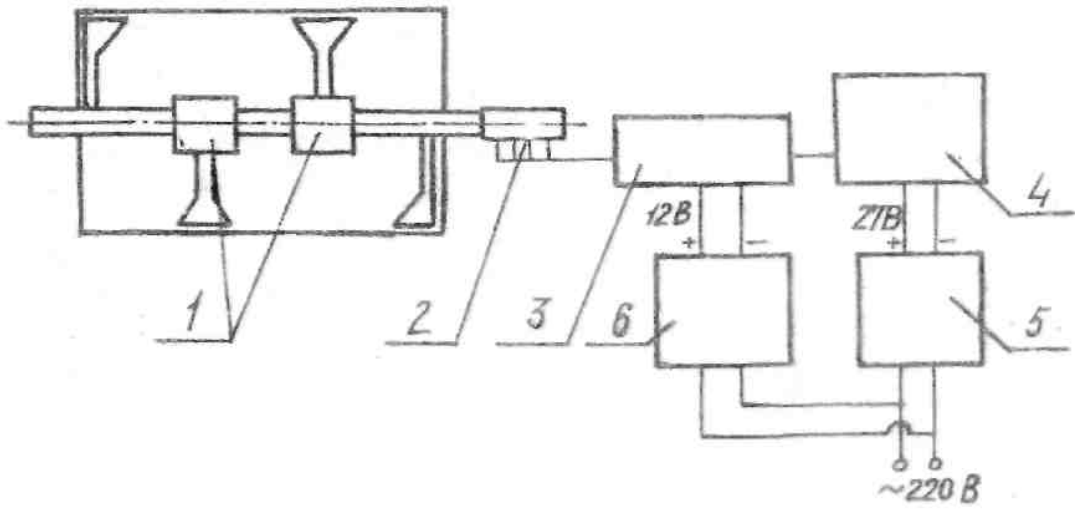


Рис. 4.1-1 Система динамічного вимірювання моменту опору

Спеціально сконструйований для проведення цієї роботи вузол динамічного тензометрування зображено на рис.4.1-2.

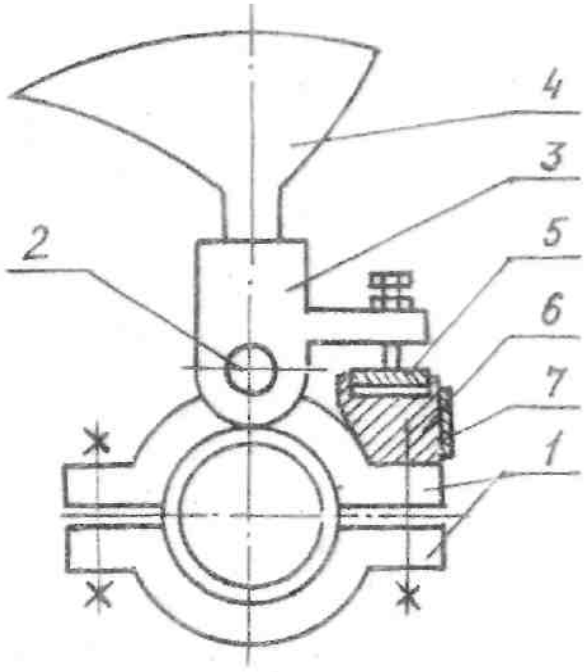


Рис.4.1-2. Вузол динамічного тензометрування

Він складається з хомутів 1, стягуваних на валу змішувача двома болтами. Хомути утримується від провертання за рахунок сил тертя, без будь-яких стопорів, тому їх можна встановити в будь-якому місці по довжині вала. На хомуті шарнірно встановлений на осі 2, важіль 3. На важелі укріплен робочий орган 4. Важіль тисне в центрі на пластину 5, що спирається з двох сторін на краях виїмки, зробленої в опорному бруску 6. При зануренні в сипучому матеріалі робочого органу відчуває опір. Зі збільшенням моменту, що діє на важіль з боку робочого органу, збільшується прогин пластинки 5, Товщина її підібрана таким чином, що деформація знаходиться в межах пружності. На нижній поверхні пластинки паралельно наклеєні три тензорезистора 2ПКБ-10-100ГВ. Провід від цих тензорезисторов через порожній вал з'єднані з струмознімачем. Простір між пластиною 5 і бруском 6 ущільнений поролоном. Шарнірна конструкція вузла тензометрування дозволяє виробляти більш точне вимірювання крутного моменту в порівнянні з вживаною зазвичай способом наклейками датчиків на стійці. Складова від осьових і радіальних сил в першому випадку не діє на робочий орган. Наявність трьох тензодатчиків, що реєструють одну і ту ж величину, підвищує надійність вимірювання. На брусок 6 кріпиться пластина 7з

наклеєним на неї компенсаційний тензорезисторами, на яку діють механічні навантаження.

Струмознімач є ротор з бронзовими кільцями, що обертається разом з валом. Знімання струму здійснюється за допомогою сталевих контактів, що стикаються з кільцями.

При деформації робочого опору відбувається розбаланс моста і в іншому його плечі з'являється сигнал. Цей сигнал передається по екранованим проводам на підсилювач і, потім, на осцилограф, де фіксується на фотопапері.

Робота, вироблена одним робочим органом за оборот, визначалася графічно по осцилограмі. Вона чисельно дорівнює площі діаграми, обмеженої кривою, яка описує момент опору за один цикл навантаження

Метод динамічного тензометрування слід вважати найбільш точним, так як він усуває більшість джерел помилок вимірювань.

Устаткування для проведення таких вимірювань показані на рис. 4.1-3. У процесі дослідження змінювалися ступінь заповнення змішувача - η і кутова швидкість обертання ротора ω. Дослідження проводилися на наступних матеріалах: сухий пісок, каолін і два фракції фенопласт.

Випробування були встановлені, що характер зміни моменту опору для сипучих матеріалів з розмірами частинок більше 50 мкм (буде в подальшій умовно називати їх великодісперсними) відповідає прийнятій моделі.

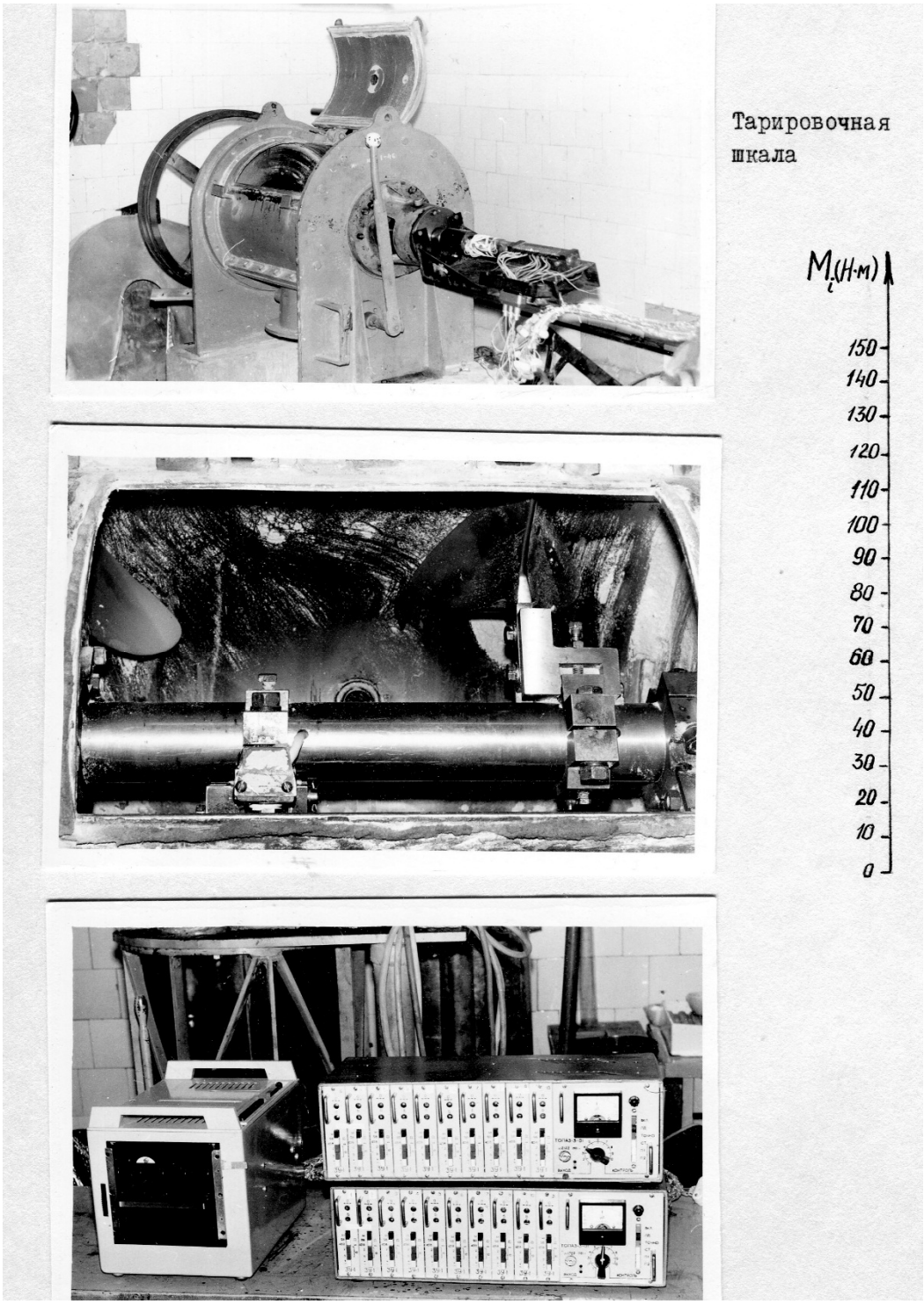


Рис. 4.1-3 Устаткування для динамічного тензометрування

Осцилограма моменту опору руху кожного з плужків за один оберт показана на рис.4.1-4. Плужки розташовані по осі ротора на деякій відстані один від одного, через 180˚ у напрямку обертання.

Для дрібнодисперсних матеріалів з розмірами частинок менше 50 мкм результати розрахунків виходять більш ніж на порядок завищеними в порівнянні з експериментальними даними.

Розглянемо окремо експериментальні дані, отримані для цих двох груп матеріалів.

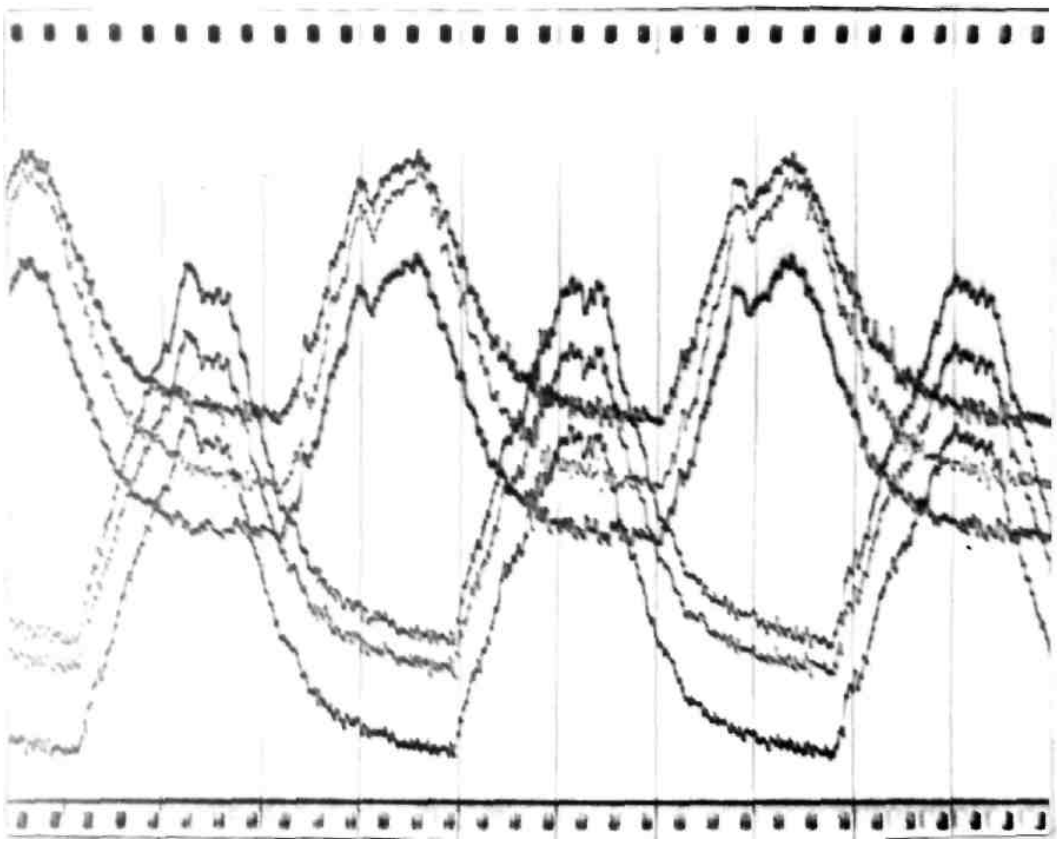


Рис.4.1-4. Вид осцилограми для великодисперсних сипучих матеріалів

На рис. 4.1-5 наведені експериментальні значення максимальних моментів опору M_{max}, отримані при випробуванні змішувача Пж-130 на великодісперсном фенопласті при різних поєднаннях коефіцієнта завантаження - η і кутова швидкість обертання ротора - ω. Як видно з малюнка, при малих коефіцієнтах заповнення змішувача (η=0,1 – 0,3) зі збільшенням швидкості обертання пікові значення M_{max} зростає, а пусковий моменти менше моментів опору при сталих режимах. Зі збільшенням коефіцієнта завантаження понад 0,3 різниця між пусковим і робочим моментами зменшується. При завантаженні η=0,6 в дослідженому діапазоні зміни швидкості обертання ротора момент опору падає майже в два рази в порівнянні з пусковим.

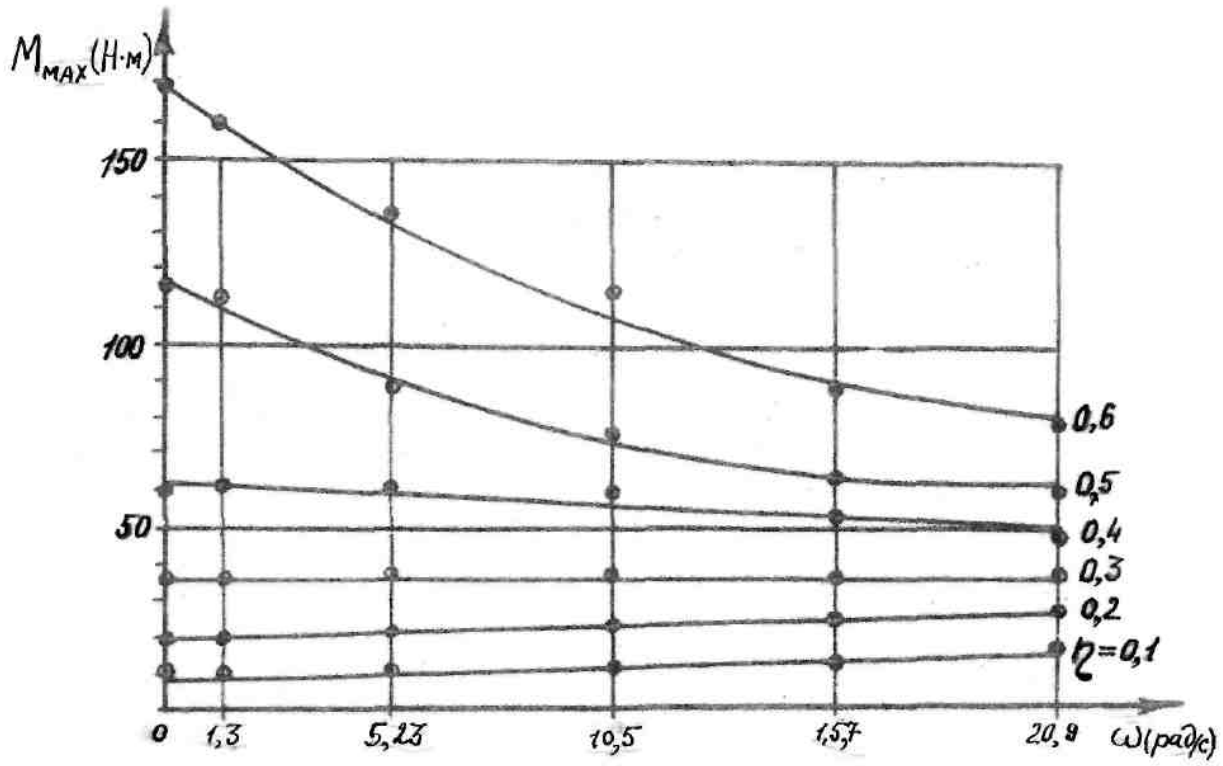


Рис.4.1-5. Зміна пікових значень моменту опору (великодісперсний фенопласт)

Провести дослідження на великодісперсному фенопласті при більш великих коефіцієнтах завантаження змішувача не вдалося, так як пусковий момент двигуну виявився недостатнім. Ротор змішувач заклинювало.

Можна відзначити, що момент опору залежить від швидкості обертання ротора, причому ця залежність різна при малих і великих завантаженнях. Чим можна пояснити ці відмінності?

У публікаціях [8] можна зустріти такі міркування. Зростання моменту опору переміщенню плужків в міру збільшення швидкості пояснюється дією на матеріал відцентрових сил. Зниження моменту опору зі збільшенням швидкості обертання ротора при великих завантаженнях - наслідок ділатансіїматеріала.

Отримані в цій роботі осцилограми моменту опору і візуальні спостереження спростовують ці припущення і дають основу стверджувати,

що в плуговому змішувачі при зазвичай вживаних кутових швидкостях до 20 рад/с відцентрові сили не відіграють істотної ролі. Так, наприклад, в змішувачі ПЖ-130 при швидкості 10 рад/с матеріал не викидався через відкритий люк. Візуально спостерігалося його інтенсивне переміщення переважно в осьовому напрямку. Число Фруда, розраховане за швидкістю плуга, в цьому випадку дорівнювало 2,6; але напрямок швидкості переміщення матеріалу $\vec{V}_n$ не співпадало з напрямом руху плуга $\vec{V}$.

Швидкість переміщення матеріалу, що розсовується плугом, дорівнює

$$V_n = V \cdot \sin\alpha \text{, м/с.} \qquad (4.1\text{-}1)$$

Тангенціальна складова швидкості, що створює відцентрові сили, визначається виразом

$$V_\tau = V \cdot \sin\alpha \cdot \sin\alpha_1 \cdot \sin\alpha_2 = V \cdot \sin^2\alpha \text{, м/с.} \qquad (4.1\text{-}2)$$

Число Фруда, що характеризує відношення відцентрового прискорення до прискорення гравітації, з урахуванням напрямку руху матеріалу:

$$Fr^I = \frac{V_\tau^2}{r \cdot g} = \frac{V^2 \cdot \sin^4\alpha}{r \cdot g} = \frac{\omega^2 \cdot r}{g} \cdot \sin^4\alpha . \qquad (4.1\text{-}3)$$

Тобто фактичне значення *Fr* набагато менше розрахованого по швидкості плуга (в даному випадку $\alpha = 17^\circ$, $\sin^4\alpha = 7{,}3 \cdot 10^{-3}$, $Fr^I = 0{,}0186$).

Отже, вплив відцентрових сил на матеріал мізерно і їх дією не можна пояснити збільшення моменту опору переміщенню плуга.

Пояснення зниження моменту опору проявом ділатансії зі збільшенням швидкості обертання також непереконливо, якщо розглянути осцилограму для великодисперсного фенопласту або піску. При завантаженні η=0,5 і більше зі збільшенням швидкості осцилограма стає зубчастої, що швидше характерно для жорстких, а не псевдозріджених матеріалів.

З осцилограм моментів опору, отриманих для вищеназваних умов, можна помітити (рис. 41-6), що зі збільшенням кутової швидкості обертання ротора відбувається зниження пікових значень моменту опору і одночасне збільшення робочого кута. Отже, поверхня сипучого матеріалу стає увігнутою, максимальна глибина сипучого матеріалу над плугом зменшується, а його шлях під навантаженням збільшується. Однак збільшення роботи за оборот не може бути викликано викривленням поверхні матеріалу, так як опір плуга залежить від глибини його занурення в сипучий матеріал в ступеня більше одиниці.

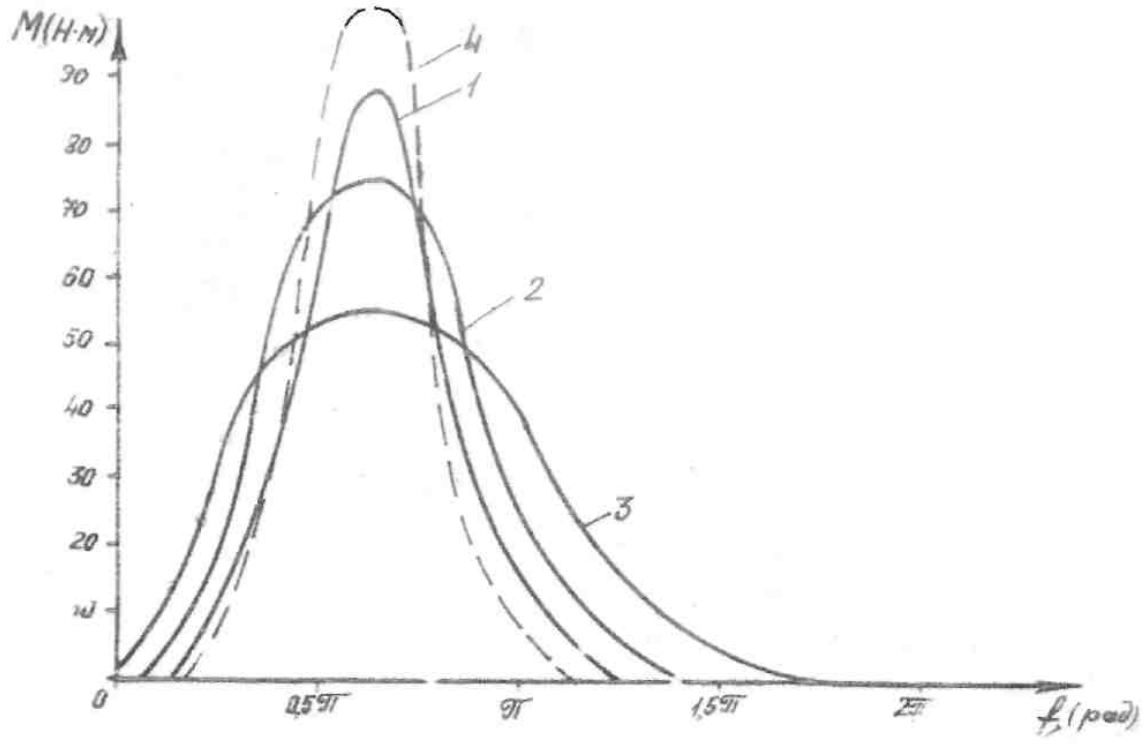


Рис. 4.1-6 Характер зміни моменту опору

ω=5,23 рад/с; 2. ω=10,5 рад/с; 3. ω=20,9 рад/с; 4. теоретичні значення

Зростання роботи за оборот при збільшенні швидкості обертання можна пояснити лише впливом динамічних сил, що діють на робочий орган. В.П. Горячкин [6], зазначив, що динамічна складова проявляється в разі, коли матеріал, що відкидається плугом в сторону, набуває кінетичну енергію. Подібне явище спостерігається і в нашому випадку при малих

завантаженнях. Плуг, рухаючись на невеликій глибині зі швидкістю до 5 м/с, здатний відкидати матеріал в сторони, повідомляючи йому деяку кінетичну енергію. Імпульс з боку матеріалу збільшує опір руху. Частинки, які отримали імпульс, здійснюють політ у вільному просторі змішувача. При цьому відбувається їх розподіл по поверхні матеріалу.

Траєкторії польоту частинок показані на рис. 4.1-7. Схема входження плужка в сипучий матеріал при різних коефіцієнтах завантаження показана на рис. 4.1-8.

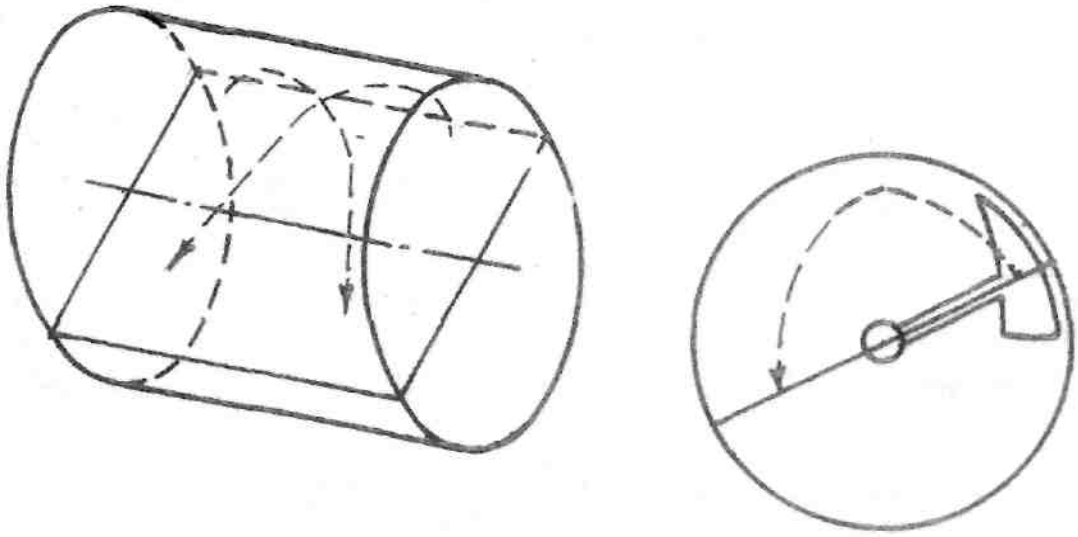


Рис.4.1-7. Траєкторія польоту частинок матеріалу

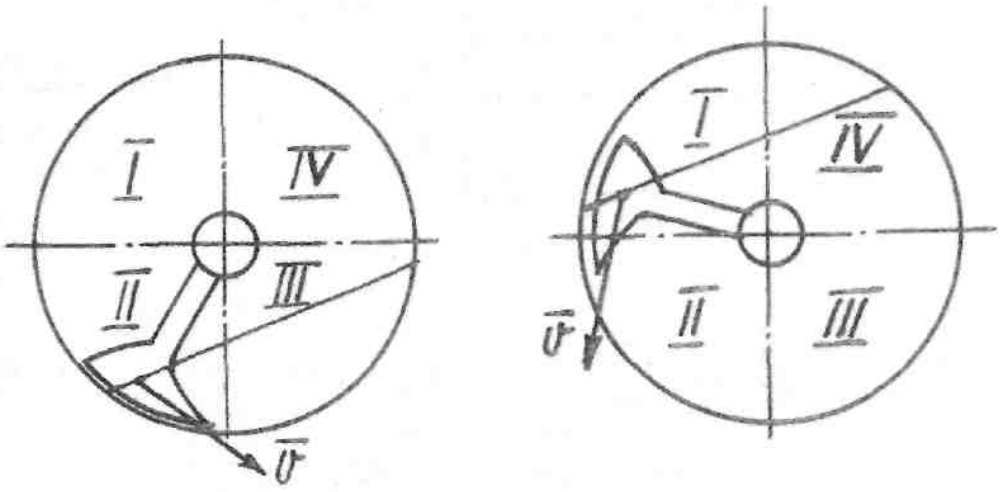


Рис.4.1-8. Входження плужка в сипкий матеріал при різній мірі заповнення корпусу

Очевидно, що з точки зору інтенсивності змішення, такий рух матеріалу дуже корисний. Тому, закономірне прискорення процесу змішення сипкого матеріалу при малих завантаженнях. Зі збільшенням завантаження змішувача динамічна складова не проявляється, що пояснюється рухом робочого органу на великій глибині в обмежених умовах, у такому разі матеріал не може інтенсивно підкидатися у вільний простір, а отримувана ним кінетична енергія витрачається на подолання сил тертя.

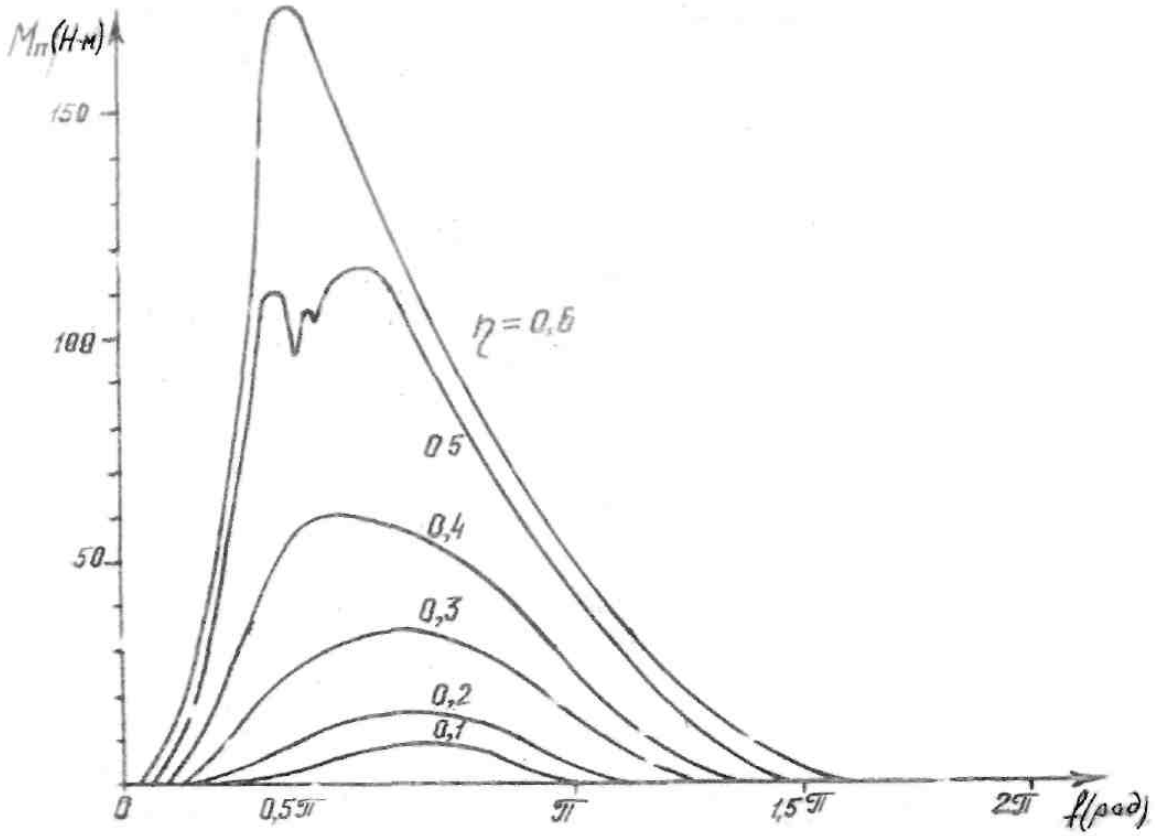


Рис. 4.1-9. Експериментальні значення моменту при повільному обертанні ротора (перший оборот при пуску)

При перевищенні певних коефіцієнтів завантаження корпусу, пуск змішувача стає неможливим. Так, наприклад, завантаження великодисперсним фенопластом змішувача Пж-130 можливе лише на 0,6

об'єму корпусу. Але і за цих умов пусковий момент у декілька разів перевищує номінальний робітник. Очевидно, для великодисперсних сипких матеріалів коефіцієнт завантаження змішувача більше 0,5 небажаним.

Відповідно до фізичного сенсу отриманих експериментальних даних проявляється опір, викликаний або силами тертя в сипкому матеріалі, або динамічними силами з боку матеріалу. Тому потужність, споживану на змішення, можна розраховувати по умові

$$N = \max\{N_c, N_d\}, \text{ Вт}, \qquad (4.1\text{-}4)$$

4.2.Опір руху робочих органів при змішенні дрібнодисперсних матеріалів

Для вивчення опору руху робочих органів в дрібнодисперсним матеріалі використовувалися фенопласт і каолін з розмірами часток 1-5 мкм. Ці дослідження дали несподівані результати, що свідчать про перехід дрібнодисперсного сипкого матеріалу при перемішуванні в новий, недостатньо вивчений стан.

Передусім, було встановлено, що опір переміщенню робочих органів в дрібнодисперсному матеріалі у багато разів менше, ніж в великодисперсному. Осцилограма моменту опору переміщенню плуга в сипкому матеріалі практично не відрізняється від осцилограми холостого ходу.

При обертанні ротора не завантаженого змішувача осцилограф записує сигнал у вигляді синусоїди, який викликаний дією ваги плуга. Якщо змішувач завантажувався дрібнодисперсним фенопластом, то запис практично не відрізнявся від запису холостого ходу. Причому, завантаження змішувача до η = 0,9 на споживану потужність практично не впливала. Не помічено також які-небудь зміни навантаження на робочі органи під час пуску змішувача.

Якщо порівняти визначені на стандартних приладах фізико-механичні властивості велкодисперсного і дрібнодисперсного фенопласту, то з точки

зору жорстко-пластичної моделі вони близькі між собою. Тому можна було чекати, що закономірності зміни моменту опору для обох матеріалів мають бути подібними. Дослідженнями ж встановлені відмінності не лише чисельних значень моменту опору, але і самого характеру зміни цієї величини.

Отримані результати дають основу припускати існування меж застосовності жорстко-пластичної моделі сипкого середовища. У наших дослідженнях ця межа визначалася дисперсністю сипкого середовища 50 мкм.

У змішувачі при швидкому стискуванні дрібнодисперсних матеріалів відбувається об'ємна деформація. В першу чергу, відбувається руйнування слабких контактів в усьому об'ємі матеріалу. Площині зрушення при цьому не утворюється, отже, і не обов'язкове руйнування міцних контактів.

Для того, щоб відбувалася об'ємна деформація, потрібна дві умови:

1) матеріал має бути дрібнодисперсним (тоді він матиме велику частку слабких контактів);

2) матеріал має бути таким, що стискається (тоді деформація відбуватиметься в усьому його об'ємі).

Остання умова дотримується, коли дрібнодисперсний матеріал знаходиться в розпушеному стані. Якщо він злежався, а його порозность зменшилася, зрушення в нім стануться по площинах ковзання, при цьому опір руйнуванню збільшиться.

Одним з чинників, сприяючих зменшенню опору дрібнодисперсних матеріалів, є малий переріз проходів між частками. При швидкому зростанні навантажень матеріал стискається, тиск повітря, що знаходиться в масі, підвищується, але швидко вийти через проміжки між частками він не може, оскільки їх опір великий. Виходить, що завдяки стислому повітрю відбувається вирівнювання напруги. Коефіцієнт бічного тиску наближається в цьому випадку до одиниці, і сипкий матеріал стає схожим за своїми властивостями на рідину. Сказане можна підтвердити і тим, що при роботі

плугового змішувача на дрібнодисперсних матеріалах їх поверхня практично горизонтальна.

4.3.Висновки по розділу 4

Сили опору переміщенню робочих органів змішувача залежать від гранулометричного складу досліджених сипких матеріалів. В великодисперсному матеріалі, з розмірами часток більше 50 мкм, їх величина більш ніж на порядок перевищує сили опори, що виникають при роботі змішувача на дрібнодисперсному матеріалі.

Адекватність прийнятої моделі реальним процесам при перемішуванні великодисперсних матеріалів підтверджена експериментально.

Сили опору переміщенню робочого елементу в дрібнодисперсному матеріалі на порядок нижче, що пов'язане з його переходом в новий стан, для якого методи визначення фізико-механічних властивостей нині не розроблені.

Математична модель і експериментальні дослідження показали, що зі збільшенням коефіцієнта заповнення корпусу великодисперсним матеріалом різко зростає момент опору руху ротора. При заповненні великодисперсним матеріалом корпусу більш ніж на 0,5 його об'єму під час пуску можливе заклинювання ротора.

Цю обставину обов'язково треба враховувати при проектуванні і експлуатації змішувачів. При дослідженні роботи стрічкових змішувачів цьому питанню приділялася увага. Перевищення межі граничного завантаження веде до заклинювання ротора змішувача у момент пуску. Для досліджених великодисперсних матеріалів граничний коефіцієнт завантаження складає 0,5 - 0,7.

Експериментальна перевірка підтвердила адекватність розробленої математичної моделі для великодисперсних сипких матеріалів.

Для дрібнодисперсних матеріалів, з розміром часток менш приблизно 50 мкм, опір руху в розпушеному матеріалі у багато разів менше, ніж для великодисперсних матеріалів. Дрібнодисперсні матеріали поводяться в процесі змішення подібно до рідин: мають горизонтальну поверхню,

передають тиск рівномірно на всі боки, опір руху не залежить від глибини занурення в сипкий матеріал. Значний опір мелкодисперсных матеріалів може виникнути у момент пуску змішувача, коли робочі органи деформують матеріал, що злежався.

5.Розробка типорозмірного ряду змішувачів з горизонтальним корпусом

Змішувачі з горизонтальним корпусом,стрічкові і плужніє найбільш розповсюдженими конструкціями. Це встановленоза результатомроботи Міністерства хімічного машинобудування. Номінальні обсяги змішувачів прийнято вибирати виходячи з рекомендованого ряду обсягів хімічних апаратів. Робочі об'єми (обсяги завантажуємої суміші) призначаються для кожного технологічного процесу, виходячи з фізико-механічних характеристик матеріалів. Мають значення насипнавага, коефіцієнт внутрішнього тертя, розмір часток та інше.

Для стрічкових і плужних змішувачів конструкції СєвєродонецькогоНДІХІММАШ рекомендований коефіцієнт заповнення корпусу $\eta = 0,6$. Для розроблюваного ряду приймаємо коефіцієнт заповнення $\eta = 0,5$. Це призведе до збільшення надійності роботи змішувачів. Допускається застосування більших обсягів заповнення, але для цього треба мати обґрунтування.

Слід відмітити, що існує ідея зміни номенклатури змішувачів. Пропонується заміст стрічкових та плужних перейти на випуск змішувачив с горизонтальним ротором (СГ). Ці змішувачі показали біль високу ефективність роботи. Ця ідея була реалізована фірмою «Himmix» (Україна)(див. рис. 1.1-2).

На підставі аналізу замовлень стрічкових змішувачів для сипучих матеріалів на заводах хімічного машинобудування пропонується розробка наступного ряду змішувачів з горизонтальним ротором:

Таблиця 5.1.

Номінальний обсяг корпусу змішувача $V_н$, м^3	Внутрішній діаметр корпусу, мм	Зовнішній діаметр ротора, мм
0,5	800	790
0,75	800	790
1,0	800	790
1,6	1200	1180
2,4	1200	1180
3,2	1200	1180
5,0	1800	1770
7,5	1800	1770
10	1800	1770
16	2600	2560
24	2600	2560
32	2600	2560

Пропонується конструкція змішувача з вертикальним шнеком, призначеним для інтенсифікації процесу змішування, руйнування агрегатів.

Таблиця 5.2.

Параметри типоразмерного ряду змішувачів горизонтальних (СГ)

Номинальн об `ємкорп, $V_н$, м^3	Реко-мендо-ваныйоб `ємсуміші, $V_р$, м^3	Внутр. діам. корп, мм	Наруж. діам. Рото-ра, мм	Діам. шнека, мм	Довж. кор-пуса, мм	Частота обертання, об/мин		Потужність приводу, кВт		Маса змішу-вача без прив., кг	Тов-щина Стін-ки корп., мм
						рот.	шнек	рот.	шнек		
0,5	0,25	800	790	130	1400	8	400	0,6	1,5	250	4
0,8	0,4	800	790	130	2000	8	400	0,6	1,5	350	4
1,0	0,5	800	790	130	2400	8	400	0,6	1,5	500	4
1,6	0,8	1200	1180	200	2100	6	300	3	4	1200	6
2,5	1,25	1200	1180	200	2800	6	300	3	4	1500	6
3,2	1,6	1200	1180	200	3500	6	300	3	4	2000	6
5	2,5	1800	1770	250	3000	4,5	250	9	12	2500	8
8	4	1800	1770	250	3800	4,5	250	9	12	3500	8
10	5	1800	1770	250	5600	4,5	250	9	12	4500	8
16	8	2600	2560	300	4600	3	200	24	30	6000	10
25	12,5	2600	2560	300	6200	3	200	24	30	7500	10
32	16	2600	2560	300	7600	3	200	24	30	9000	10

Таблиця 5.3. Пропоновані виконання

1	Корозійностійке (12Х18Н10Т)
2	Некорозіойностійке (Ст 3)
3	Вибухозахищене
4	Невибухозахищене
5	Періодичної дії
6	Безперервної дії ($V_н$: 1,0; 3,2; 10; 32)
7	Приводи з регульованою частотою обертання ротора (sem-eurodrive.ua (produkt))
8	Приводи з нерегульованою частотою обертання ротора (elektronpo.ru/production))
9	Приводи з регульованою частотою обертання шнека (sem-eurodrive.ua (produkt))
10	Приводи з нерегульованою частотою обертання шнека (elektronpo.ru/production))
11	З сорочкою
12	Без сорочки
13	Розвантаження через клапанний затвор
14	Розвантаження через дисковий затвор
15	Розвантаження через шиберний затвор
16	Розвантаження шнеком
17	Розвантаження гнучким шнеком

Можливі інші виконання змішувача в залежності від вимог замовника

Приклад позначення змішувача горизонтального з номінальним об'ємом корпусу 3,2 м^3, з корпусом і ротором зі сталі 12Х18Н10Т, не вибухозахищене виконання, періодичної дії, з нерегульованою частотою обертання ротора і шнека, без сорочки, з розвантаженням через клапанний затвор:

СГ-3,2-1/4/5/8/10/13

6.Економічна оцінка ефективності випуску змішувачів

Собівартість - один з важливих узагальнюючих якісних показників ефективності виробництва, що дозволяє здійснювати контроль над витратами і оцінювати результати господарської діяльності підприємства. Собівартість формується безпосередньо на підприємстві і відображає індивідуальні витрати і умови виробництва, конкретні результати господарювання даного виробничого підприємства.

Зниження собівартості продукції має велике значення, так як є одним з вирішальних джерел збільшення накопичень для цілей розширення виробництва і підвищення добробуту персоналу. Звідси випливає значущість ролі, яка належить бухгалтерському обліку і калькулювання собівартості продукції в процесі управління собівартістю підприємства. Здійснення економії коштів передбачає організацію обґрунтованого, повного, достовірного і своєчасного обліку виробничих витрат.

Загальні правила формування в бухгалтерському обліку інформації про витрати підприємства та її розкриття у фінансовій звітності встановлено в П (С) БО 16.

Методичні рекомендації з формування собівартості продукції (робіт, послуг) в різних галузях визначають безпосередньо (методологію) порядок калькулювання собівартості продукції. У них враховані галузеві особливості включення витрат до складу собівартості продукції, які обумовлені технологічним процесом виробництва конкретної галузі.

На підставі галузевого документа з формування собівартості [11] робиться розрахунок собівартості змішувача.

Найбільший вплив на калькулювання і облік витрат на підприємстві надає система внутрішнього обліку і звітності, оскільки в обліку витрат формується основна інформація для повсякденних потреб управління. Пояснюється це тим, що правильна постановка обліку витрат на виробництво багато в чому залежить від особливостей діяльності кожного підприємства.

Під виробничою собівартістю продукції (робіт, послуг) розуміють виражені в грошовій формі поточні витрати підприємства на її виробництво.

У плануванні, обліку і аналізі собівартості окремих видів продукції виділяють такі показники, як планова, нормативна та фактична (звітна) собівартість.

Планова собівартість є прогнозне значення граничної величини витрат на виробництво окремих видів продукції (робіт, послуг), розрахованої на основі прогресивних норм і економічних нормативів на планований період (квартал або рік).

Нормативна собівартість визначає величина витрат на виробі в розрізі встановлених на підприємстві статей, за чинною поточної нормам, нормативи і кошторису (норми витрати сировину, матеріали, напівфабрикати, паливо, енергія, норми і розцінки заробітна плата).

Фактична (звітна) собівартість визначається на основі даних бухгалтерського обліку після закінчення звітного періоду і являє достовірну інформацію про фактичні витрати на виробництво продукції, робіт, послуг. Вона служить основою для економічного аналізу, прогнозування, планування і прийняття рішень на короткострокову та довгострокову перспективу по виготовленню, вдосконалення або заміни даного виду продукції.

Під калькуляція собівартості продукції розуміється сукупність прийомів і способів, що забезпечують обчислення собівартості виробленої продукції, виконаних робіт або наданих послуг.

Калькуляція - спосіб розрахунку (сукупність розрахункових процедур) собівартості одиниці продукції. За допомогою калькуляції визначається собівартість різних об'єктів обліку, тому вона є основою грошової оцінки об'єктів бухгалтерського обліку.

Таблиця 6.1 Вихідні дані для калькуляції собівартості

№ п/п	Статья затрат	ЕИ	Стоимость, грн
1	**Материалы основные, в том числе покупные изделия**	прямые затраты	
	Лист 12Х18Н10Т		132000
	Лист Ст3		6600
	Электроды для 12Х18Н10Т		29962
	Электроды для Ст3		1498
	Мотор-редуктор 3МП-100-7,1-3		60000
	Мотор-редуктор МПО1М-10-В-5,74-3/250-АИР100S-У3		19125
	Электродвигатель АИР100S-У3	3112	
	Электродвигатель АИР100S4	3112	
	Система управления (шкаф,пускателиитд)		6224
	Итого		255409
2	Транспортно-заготовительные расходы	масса аппарата кг х на 1 грн	2535
3	Топливо, энергия (технологические)	масса аппаратакг х на 1 грн	2535
4	Основная заработная плата	стоимость нормо-часа	30830
5	Дополнительная заработная плата	20 % от п. 4	6166
6	Отчисления в фонды	34,2 % от (п. 4 + п. 5)	12653
7	Расходы на содержание оборудования и износ инструмента	40 % от (п. 4 + п. 5)	14799
8	Цеховые расходы	30 % от (п. 4 + п. 5)	11099
9	Общезаводские расходы	10 % от (п. 4 + п. 5)	3700
10	Производственная себестоимость	п. 1 + п. 2 + п. 3 + п. 4 + п. 5 + п. 6 + п. 7 + п. 8 + п. 9	**339725**
11	Внепроизводственные расходы	15 % от п. 10	50958,77
12	Итого производственная себестоимость	п. 10 + п. 11	**390684**
13	Плановые накопления	10 % от п. 12	39068
14	Оптовая цена	п. 12 + п. 13 + НДС 18 %	**507108**

Витрата електродів узятий [12 таблиця 4 стр.3].

Витрата матеріалів згідно ескізу змішувача.

Ціни на матеріали моніторинг Українського ринку іІнтернет-ресурсу.

Висновок.

Проаналізувавши ринок (середня оптова ціна змішувача номінальним об’ємом 3,2 $м^3$становить 507 000 грн.) і склавши калькуляцію собівартості змішувача можемо зробити висновок, що дохід від продажу складе орієнтовно 116000 грн.

7.Техніка безпеки при роботі в лабораторії

До роботи з електроприладами допускаються особи, що інструктовані, пройшли навчання і перевірку знань по питаннях охорони праці і що мають групу по електробезпеці не нижче 2.

Студенти, що беруть участь в НІРС, допускаються до виконання робіт в присутності і під безпосереднім керівництвом викладача, ведучого НДРС.

Забороняється працювати в лабораторії в нетверезому стані вживати алкогольні напої, наркотичні і токсичні речовини під час роботи і після закінчення роботи на території інституту.

Спецодяг і інші засоби індивідуального захисту повинні зберігатися в спеціально відведеному місці. Забороняється знаходитися в лабораторії у верхньому одязі і класти одяг на випробувальні установки, прилади і .

При роботі в лабораторії необхідно дотримувати правила гігієни. Забороняється приймати їжу на робочому місці.

У лабораторії має бути аптечка для надання першої допомоги при порізі, опіку і інших нещасних випадках.

Для гасіння можливих займань і пожеж лабораторія має бути оснащена необхідними засобами пожежогасіння (вогнегасник, ящик з піском)

7.1.Вимоги безпеки перед початком роботи

Перед початком роботи мають бути перевірені з'єднання з контуром захисного заземлення, справність електроприладів, інструменту, автоматичних вимикачів, розеток, вилок, освітлення, а також наявність первинних засобів пожежегасіння.

Заземлюючі контакти розеток мають бути надійно з контуром захисного заземлення.

Перед початком роботи переконатися в тому, що всі електроприлади, використовувані в експерименті, правильно підключені і надійно заземлені.

При експлуатації електроприладів необхідно керуватися правилами, викладеними в технічному паспорті.

При виявленні несправностей електроприладів, стендів, захисного заземлення повідомити про це науковому керівникові лабораторії, або зав. лабораторією

7.2.Вимоги безпеки під час виконання робіт

Дозволяється працювати тільки зі справними електроприладами.

При роботі з електроприладами можливі випадки ураження людей електричним струмом. Причинами цього можуть бути:

– одночасний дотик руками або металевим предметом до корпусу електроприладів і оголених проводів;

– робота з несправними електроприладами;

– порушення правил користування електроприладами.

Забороняється працювати з електроприладами і вимірювальними приладами при знятому кожусі.

Забороняється висмикувати штепсельні роз'єми, вилки і фішки, узявшись за провід. Відключення проводити тільки узявшись за роз'єм, вилку або фішку, щоб уникнути короткого замикання і можливого при цьому нещасного випадку (опіку).

Забороняється працювати з електроприладами у вогкому одязі, вогкими руками, перекривати вентиляційні отвори, якщо вони є на приладах.

Куріння в лабораторії заборонене.

Забороняється залишати без спостереження, ремонтувати і переносити включені в мережу електроприлади.

Забороняється підключати декілька споживачів електроенергії до однієї штепсельної розетки.

Забороняється заміна згорілих запобіжників «жучками». Необхідно застосовувати запобіжники заводського виготовлення, що калібруються.

Забороняється захаращувати підступи до електричних пристроїв(шафам, автоматичним вимикачам, розеткам), а також відкривати їх.

При раптовому припиненні подачі електроенергії всі вимикачі і рубильники мають бути негайно вимкнені.

Не допускається залишати неізольованими оголені проводи, перевантажувати електромережу, користуватися розбитими вилками, розетками і вимикачами.

Електроприлади мають бути розташовані на відстані не менше 1 м від нагрівальних приладів і не повинні піддаватися дії прямих сонячних променів

Робоче місце утримувати в сухому і чистому стані, не допускати запиленої електроприладів, вимірювальних приладів, стендів.

Забороняється проводити очистку від пилу і включених в мережу 220V електроприладів, вимірювальних приладів, стендів.

При виявленні несправностей електроприладів, вимірювальних приладів, стендів, за відсутності їх заземлення, а також при появі іскріння або характерного запаху перегрітої ізоляції, негайно знеструмити їх. Повідомити про це науковому керівникові лабораторії або його заступникові.

Приступати до роботи дозволяється тількипісля усунення відмічених несправностей електроприладів, вимірювальних приладів і стендів.

При проведенні профілактичних і ремонтних робіт дозволяється використовувати ізопропиловий або етиловий спирт.

Дозволяється зберігати запас легкозаймистих рідин, що не перевищує 0,5 літра. Зберігання запасу дозволяється в тарі, що не згоряє, з щільно закритою кришкою.

7.3 Вимоги безпеки після закінчення роботи

Після закінчення роботи вимкнути електроприлади, вимірювальні прилади, стенди.

Вимкнути всі автоматичні вимикачі, відключити використовувані подовжувачі мережі 220 V.

Привести в порядок робоче місце, прибравши пил, що з'явилися, і сміття.

При відході з приміщення лабораторії необхідно вимкнути всі споживачі електроенергії.

При виявлених під час роботи і неполадках електроприладів повідомити наукового керівника лабораторії або його заступника

7.4.Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

При роботі з електроприладами і вимірювальними приладами в лабораторії можливі наступні аварійні ситуації:

– загоряння горючих матеріалів;

– ураження електричним струмом.

Джерелами спалаху в лабораторії можуть бути вузли приладів, пристроїв електроживлення, електропаяльники, де різних порушень перегріваються електронні компоненти схем, проводи, утворюються електричні іскри і дуги, здатні загоряння горючих матеріалів.

Співробітники і викладачі, що користуються електроприладами в лабораторії, зобов'язані знати розташування засобів пожежогасінні і уміти ними користуватися.

При пожежі:

– негайно знеструмити всі електроприлади спільним автоматичним вимикачем;

– негайно евакуювати в безпечне місце людей що були ушкоджені;

– повідомити за телефоном 101 в пожежну команду;

– видалити в безпечне місце непошкоджені електроприлади;

– приступити до гасіння пожежі первинними засобами пожежогасінні;

– повідомити керівництво інституту про то, що сталося;

– електроприлади гасити вуглекислотними вогнегасниками, порошковими вогнегасниками або сухим піском;

– гасити електроприлади і дроти водою забороняється.

В разі ураження електричним струмом слід негайно знеструмити електроприлади і викликати швидку допомогу по телефону 103. Співробітники, що працюють в лабораторії, зобов'язані знати заходи надання першої допомоги людині при ураженні електричним струмом і уміти надати її при необхідності.

Негайно повідомити про нещасний випадок керівництво лабораторії, декана факультету.

7.5.Вимоги безпеки при роботі на змішувачах

При роботі на змішувальному обладнанні слід виконувати наступні мери безпеки:

- Роботи виконувати тільки в присутствії керівника наукових робот;
- Не брати пробі матеріалу під час роботи змішувача;
- Якщо виникла потреба очистки стінок, або інше, що потребує дій в корпуси змішувача в момент роботи приводу, це слід робити за допомогою тонкої дерев'яної пластини, наприклад, дерев'яної лінійки;
- Очистку корпусу змішувача слід робити тільки при висмикнутої напругі на привод змішувача.

8.Висновки та рекомендації

Приведенийлітературний огляд конструкцій змішувачів сипких і пастоподібних матеріалів.

Досліджені процеси змішення сипких матеріалів в стрічковому змішувачі.

Досліджені енергетичні витрати в стрічковому змішувачі.

Запропонована ефективна конструкція змішувача з горизонтальним циліндричним корпусом.

Розроблена номенклатура типорозмірного ряду змішувачів з горизонтальним циліндричним корпусом.

Зроблена оцінка економічного ефекту від випуску стрічкового змішувача номінальним об'ємом 3,2м^3 економічний ефект складає116тис.грн.

Запропоновані пропозиції що до підвищення економічного ефекту від випуску змішувачів: зниження металоємності, звеличення ефективності та надійності конструкції.

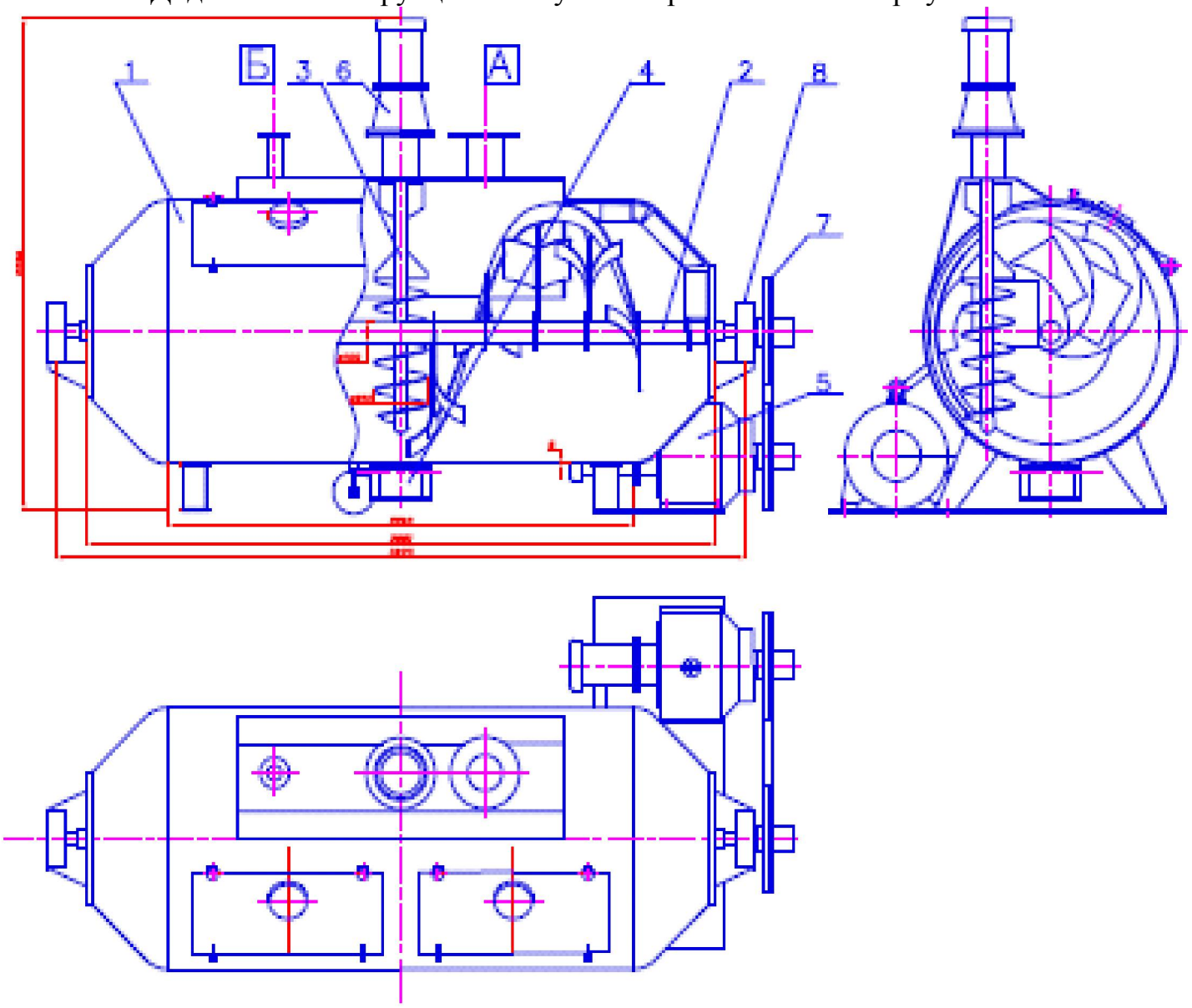
Для використання при серійному випуску змішувачів рекомендована конструкція стрічкового змішувача з вертикальними шнеками [9].

Література:

1. Модестов В.Б. Смесители сыпучих и пастообразных материалов /Монография. — Луганськ, СПД Рєзніков В.С., 2011. — 352 с.
2. Макаров Ю.И. Аппараты для смешения сыпучих материалов. – М.: Высш.шк., 1973, 216 с.
3. Stange K. Die MischguteeinerZufallmischungalsGrundlagezurBeurteilung von Mischversuchen. Chemie-Jngenier-Technick, 26. 1954, s. 331-337]
4. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика: Учеб. Пособие для вузов. — 8-е изд., стер. —-М.: Высш. шк., 2002, 479 с.: ил.
5. Модестов В.Б. Разработка методики расчёта плужных смесителей для сыпучих материалов. Диссертация на соискание учёной степени канд. техн. наук. М.: МИХМ, 1984.
6. Горячкин В.П. Собрание сочинений. - Тома 3, 4, - М.: Сельхозгиз, 1940.
7. Методичні рекомендації з формування собівартості продукції (робіт, послуг) в промисловості», затверджені наказом Мінпромполітики України від 09.07.2007 р № 373
8. ВСН 452-84 «Виробничі норми витрат матеріалів в будівництві. Сварка трубопроводів з легованих сталей автоматичне зварювання під флюсом листових конструкцій, зварювання арматури і заставних деталей, газове різання »
9. http://himmiks.com.ua/katalog/smesiteli/smesiteli-dlya-sypuchikh-materialov/13-lentochnyj-smesitel
10. РД РТМ 26-01-129-60 Машины для переработки сыпучих материалов. Метод выбора оптимального типа питателей, смесителей и измельчителей. - Северодонецкий филиал НИИХИМШМАШ, I980, 95
11. Смесители для сыпучих и пастообразных материалов. Каталог. М.: ЦИНТИХИМНЕФТЕМАШ.1985. 78 с.

Додатки

Додаток 1. Конструкціяя змішувачазгоризонтальним корпусом



Таблиця Д.1 Результати змішення компонентів в змішувачиЛн-24

n=100об/хв.;t= 36 с.

№ пробы	Маса ключев. комп,г	Масаосновн. комп, г	Зміст ключевого комп,%	Наявність сегрегації		
				верх/ низ	лево/ прав	По осі
1	0,897	10,991	7,545			
2	1,25	13,203	8,649			
3	0,601	12,734	4,507			
4	0,196	9,518	2,018			
5	0,295	15,251	1,898			
6	0,209	12,723	1,616			
7	0,294	12,547	2,290			
8	0,471	14,218	3,206			
9	1,016	13,501	6,999			
10	0,864	10,7	7,471	-	-	+
11	1,257	14,995	7,734			
12	1,381	17,153	7,451			
13	0,994	17,575	5,353			
14	0,464	16,92	2,669			
15	0,344	18,29	1,846			
16	0,315	16,416	1,883			
17	0,353	17,152	2,017			
18	0,808	16,613	4,638			
19	1,199	15,376	7,234			
20	1,495	17,522	7,861			

Xср=4,744

Vс=55,2

Таблиця Д.2 Результати змішення компонентів в змішувачиЛн-24 n=100об/хв.;t=180с.

№ пробы	Маса ключев. комп,г	Масаосновн. комп, г	Зміст ключевого комп,%	Наявність сегрегації		
				верх/ низ	лево/ прав	По осі
1	0,452	9,257	4,655			
2	0,445	9,505	4,472			
3	0,472	9,111	4,925			
4	0,547	9,526	5,430			
5	0,551	9,187	5,658			
6	0,563	9,256	5,734			
7	0,471	8,471	5,267			
8	0,477	9,110	4,975			
9	0,409	9,461	4,144			
10	0,390	9,457	3,961	-	-	+
11	0,437	10,027	4,176			
12	0,434	9,432	4,399			
13	0,491	9,453	4,938			
14	0,513	9,66	5,043			
15	0,614	9,279	6,206			
16	0,615	9,002	6,395			
17	0,527	9,579	5,215			
18	0,409	7,342	5,277			
19	0,428	9,658	4,244			
20	0,373	8,904	4,021			

Xср=4,957

Vс=14,3

Таблиця Д.3 Результати змішення компонентів в змішувачиЛн-24

n=100об/хв.;t=600 с.

№ пробы	Маса ключев. комп,г	Масаосновн. комп, г	Зміст ключевого комп,%	Наявність сегрегації		
				верх/ низ	лево/ прав	По осі
1	0,487	8,021	5,724			
2	0,498	9,511	4,976			
3	0,452	9,303	4,634			
4	0,466	8,725	5,070			
5	0,462	9,006	4,880			
6	0,442	8,286	5,064			
7	0,483	9,444	4,866			
8	0,458	9,093	4,795			
9	0,463	9,198	4,792			
10	0,471	9,112	4,915	-	-	+
11	0,484	9,395	4,899			
12	0,469	9,325	4,789			
13	0,459	9,486	4,615			
14	0,495	9,684	4,863			
15	0,456	9,293	4,677			
16	0,454	9,507	4,558			
17	0,470	9,422	4,751			
18	0,466	9,619	4,621			
19	0,485	9,435	4,889			
20	0,480	9,761	4,687			

Xср=4,853

Vс=5,2

Таблиця Д.4 Результати випробувань змішувачів стрічкових, плужних і горизонтальних з вертикальним шнеком.

Умовн. позн. роб. органів *	Частота обертів, об/хв		Тривалість зміш., с	Ступінь неодн., V_C, %	Наявність сегрегації			Споживана потужність, Вт	
	рот.	шнек			Верх/низ	Ліво/право	По осі	ротор	Дисп. гол.
ЛД1 (9)	75	1500	30	60	-	-	+	220	190
	75	1500	60	35	-	-	+		
	75	1500	180	8	-	-	+		
	75	1500	600	7	-	-	+		
	75	1500	3600	8	-	-	-		
ПД2 (17)	225	1500	10	69	-	-	+	635	114
	225	1500	20	39	-	-	+		
	225	1500	60	7	-	-	+		
	225	1500	200	4	-	-	-		
	225	1500	1200	6	-	-	+		
Л7Д3 (29)	75	1500	10	18	-	-	-	170	108
	75	1500	20	7	-	-	-		
	75	1500	60	4	-	-	-		
	75	1500	200	5	-	-	-		
	75	1500	1200	6	-	-	-		

*ЛД1- стрічковий змішувач з вузькими стрічками (∅250; L=450; t=225; $b_{наружн.}$-10мм, $b_{внутр.}$-20 мм; t=225) з диспергуючей головкою (∅110), розташованої в чашці біля корпусу;

ПД2 – плужной змішувач (∅250; L=450;) з головкою розташованої збоку в нижній частині корпусу і виступає в корпус (∅110);

Л7Д3 – горизонтальний змішувач з пружними елементами на роторі (∅250; L=450) і вертикальним диспергируючим валом (∅80, H=235);.