

## ЗМІШУВАЧ СИПКИХ МАТЕРІАЛІВ ГРАВІТАЦІЙНОГО ТИПУ

**Шацький В.В., докт. техн. наук**

*(Таврійський державний агротехнологічний університет)*

**Гаврильченко О.С., к.т.н., Кіряцев Л.О., інж, Різоль Ю.О., інж.**

*(Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет)*

*В статті розглянуті питання обґрунтування технологічної схеми процесів дозування і змішування компонентів сипких сумішей в змішувачах гравітаційного типу.*

**Постановка проблеми.** У сучасних умовах ринкової економіки ефективне використання кормових ресурсів стає одним із основних факторів, що забезпечують конкурентоспроможність виробництва тваринницької продукції. На практиці це забезпечується балансуванням раціонів тварин і птиці по енергетиці та поживності шляхом правильного підбору компонентів кормосуміші та їх співвідношення і змішування [1,2]. Якість змішування кормів збільшує приріст тварин до 10% [1].

Необхідність якісного змішування компонентів корму обґрунтовується тим, що приріст ваги свиней, яким давали комбікорм із постійною високою однорідністю, підвищуються на 50...150г. на день, при цьому витрата кормів на одержання 1 кг приросту при згодовуванні високооднорідних сумішей знижується на 200...500г [2].

Виробництво комбікормів в господарствах здійснюється по двом основним технологічним схемам – дозована подача зернових компонентів і подрібнення-змішування (УМК-Ф-2), а також - вагове дозування зерна, змішування і подрібнення (КН-5). Витрати на їх приготування становлять 45-60% від загальних витрат на виробництво одиниці тваринницької продукції, а вартість готових кормів доходить до 50-70% її собівартості [3,4,5], що створює проблему зниження енергетичних затрат і затрат уречевленої енергії (праці) обладнання, та підвищення якості кормосуміші.

Вирішення цієї проблеми можливо зниженням матеріальних і енергетичних затрат створенням гравітаційного дозатора-змішувача.

### **Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

Проведені дослідження в основному присвячені обґрунтуванню конструктивно-кінематичних параметрів дозуючих і змішуючих пристроїв.

Аналіз роботи існуючих змішувачів різних типів і конструкцій при змішуванні твердих сипких матеріалів показує, що кращими за показниками продуктивності та енергоємності процесу змішування є змішувачі неперервної дії, а за показниками простоти конструкції, керованості процесом і якості (однорідності) суміші кращими є змішувачі періодичної дії.

Питання ж обґрунтування технологічних схем і параметрів гравітаційних дозуючих та змішуючих пристроїв залишились в тіні.

**Мета роботи.** Підвищення ефективності функціонування технологій виробництва комбікормів на тваринницьких фермах шляхом зниження матеріальних і енергетичних затрат на основі обґрунтування технологічної схеми і параметрів гравітаційного дозатора-змішувача зернових матеріалів.

**Результати досліджень.** Підвищення вимог до однорідності сумішей і зменшення енергоємності процесу при високій продуктивності викликає необхідність створення нових конструкцій змішувачів, які необхідно здійснювати на базі впровадження нових прогресивних технологічних прийомів і конструкцій робочих органів змішувачів. Процес змішування має певні особливості і потрібен ґрунтовний аналіз існуючих змішувачів і пошук раціональної конструкції кожної операції процесу змішування змішувача для забезпечення приготування високоякісних сумішей з мінімальними витратами енергії на змішування.

Аналізуючи конструкцію гравітаційних змішувачів неперервної дії (технологічний процес яких взятий нами за базовий), ми вияснили, що головними недоліками їх роботи, які, в основному, впливають на якість (однорідність) суміші компонентів є:

1. Невиконання вимоги, для цього типу змішувачів, одночасної подачі на змішування всіх компонентів суміші у відповідному ваговому співвідношенні;
2. Недотримання заданої продуктивності подачі в камеру змішування для кожного компоненту на протязі протікання всього процесу змішування;
3. Створення недостатніх умов для проникнення часток одного компоненту в потоки часток других компонентів суміші.

Розглянемо яким вимогам до технології і конструкції повинен відповідати змішувач неперервної дії для отримання високої (97-99%) однорідності суміші.

Для того, щоб ступінь однорідності суміші після процесу змішування була високою необхідно:

1. Продуктивність кожного потоку суміші повинна бути стабільною за часом на протязі всього процесу змішування, а співвідношення продуктивності подачі компонентів повинна відповідати заданому співвідношенню компонентів в суміші;
2. Рух часток потоків компонентів повинен проходити під дією стабільних сил (сила тяжіння, відцентрова, тощо);
3. Для змішування можна використовувати способи, як тонкошарового накладення компонентів, так і способом змішування перехресних розріджених потоків;
4. Подавати в камеру змішування потоки кожного з компонентів суміші в достатньо розрідженому стані, відстань між часткам потоку одного компоненту або суміші компонентів в одиниці об'єму не менше ніж в 1,5...2 рази більше максимального розміру часток потоку іншого компоненту або суміші компонентів;
5. Виключити неконтрольований процес сегрегації часток при завантаженні суміші в тару готової продукції завдяки тому що площа поперечного пе-

перізу потоку готової суміші була однакова з площею поперечного перерізу приймальної тари готової продукції;

Для виконання цих вимог дуже важливу роль відіграє процес подачі компонентів в камеру змішування та конструкція пристроїв подаючих компоненти (дозаторів). Кількість дозаторів повинна бути не менше кількості компонентів суміші бо, якщо кількість якогось з компонентів значно перевищує кількість інших то його доцільно подавати декількома дозуючими пристроями (з метою уніфікації дозаторів за розмірами).

Дозатори компонентів повинні забезпечити наступні вимоги :

1. Одночасність початку і закінчення подачі компонентів в камеру змішування.

2. Стабільність продуктивності подачі кожного компоненту протягом всього часу протікання процесу змішування.

3. Можливість легкої зміни продуктивності подачі компоненту при переналагодженні на іншу суміш (інші співвідношення компонентів в суміші)

4. Можливість зміни продуктивності подачі всіх компонентів (групи дозаторів) не змінюючи їх співвідношення компонентів в суміші.

5. Задовольнити пункти 2 і 3 до дозаторів може конструкція дія якої спирається на дозування під дією гравітаційних сил. Конструкція такого дозатора представлена на (рис. 1) [6]

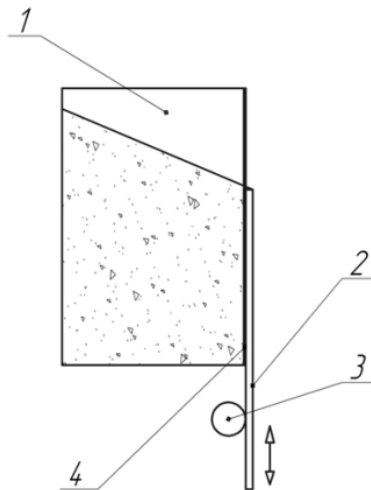


Рисунок 1 - Дозатор: 1 – бункер; 2 – рухома стінка; 3 – привід; 4 – ущільнення.

Пункти 1 і 4 можна задовольнити об'єднавши рухомі стінки групи дозаторів в одну (пряму або криволінійну) (рис.2 а,б) [7,8]

Згідно наведених вимог конструктивна схема змішувача може бути наступною:

1. Бункери-дозатори усіх компонентів суміші виконані однакової висоти;

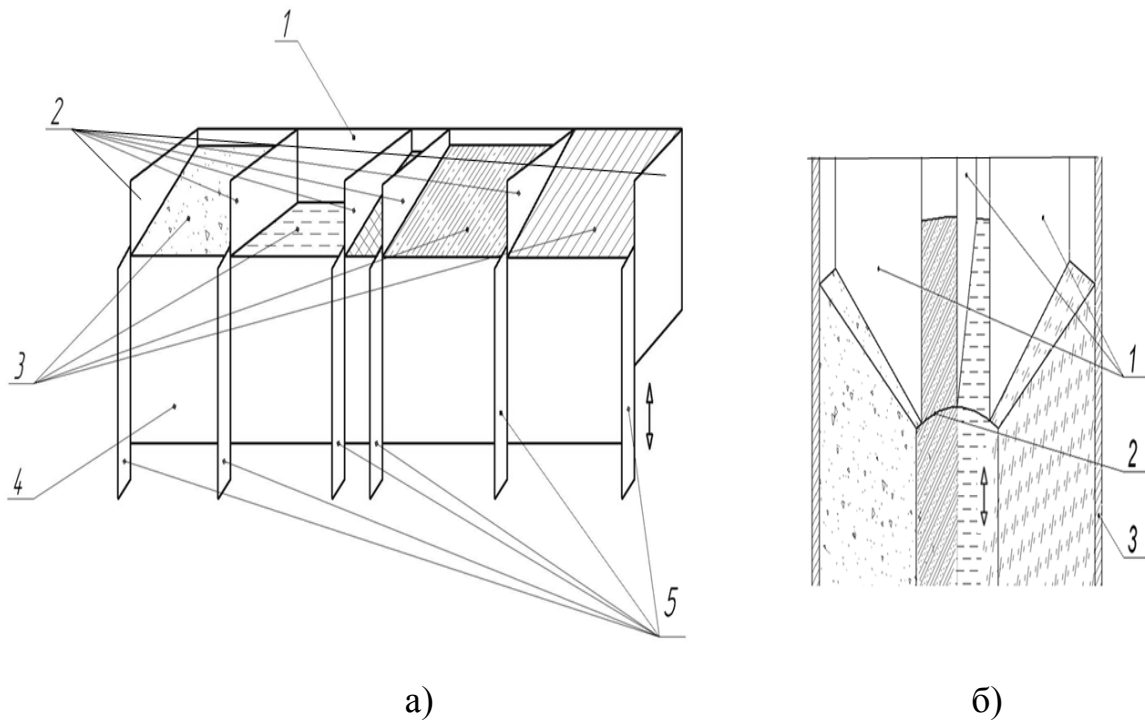


Рисунок 2 Дозатори: а) дозатор з прямою стінкою; 1,2 – нерухомі стінки бункерів; 3 – компоненти суміші; 4 – рухома стінка; 5 – направляючі потоків; б) дозатор з криволінійною стінкою; 1,3 – нерухомі стінки; 2 – рухома стінка.

2. По висоті бункери мають незмінний переріз, пропорційний ваговому співвідношенню компоненту в суміші;

3. Одна зі стінок бункерів-дозаторів загальна для всіх бункерів-дозаторів і має можливість рухатись «вниз-вгору» (робочий холостий хід) з заданою швидкістю;

4. Змішування потоків компонентів проводиться в змішувальній камері після розрідження кожного потоку компонентів за рахунок перехреснування траєкторій їх руху при падінні в ємкість готової суміші (рис. 3) [8].

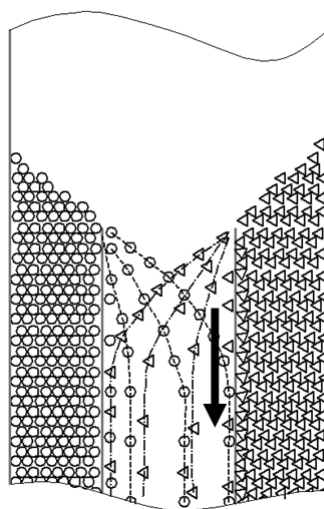


Рисунок 3 Траєкторії руху часток

За результатами проведених досліджень, за визначеними конструктивними і технологічними рішеннями нами запропоновано конструкцію змішувача з покращеним розподіленням часток компонентів по об'єму суміші (рис. 4, а).

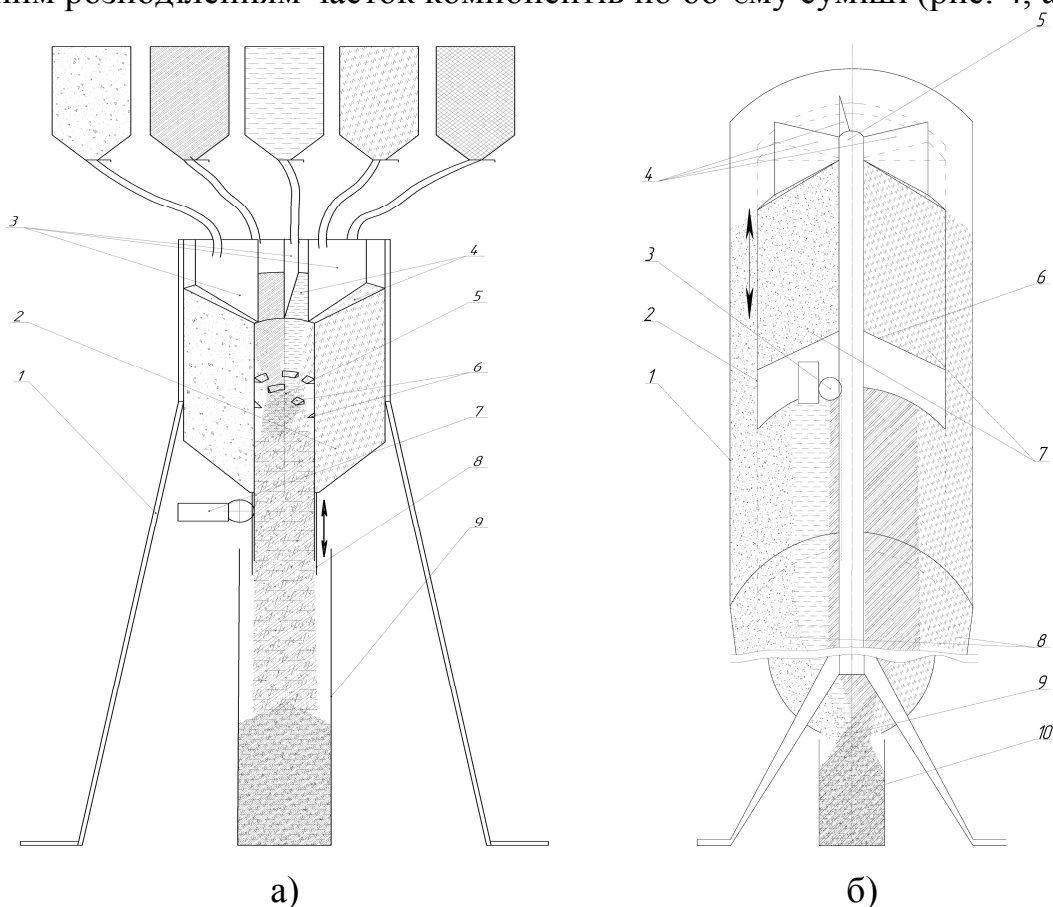


Рисунок 4 Змішувачі сипких матеріалів: а) загальний вигляд змішувача з рухомою внутрішньою стінкою: 1 – рама; 2 – бункер-дозатор; 3 – перегородки; 4 – відсіки; 5 – змішувальна камера; 6 – розсікачі; 7 – привід; 8 – подовжувач; 9 – ємність готової суміші.

б) загальний вигляд змішувача з рухомою зовнішньою стінкою: 1 – кожух; 2 – рухома стінка; 3 – привід; 4 – перегородки; 5 – вісь; 6 – конічне днище; 7 – відсіки; 8 – камера розрідження потоків; 9 – змішувальна камера; 10 – ємність готової суміші.

Змішувач включає (Рис. 4, а) закріплений на рамі 1 бункер-дозатор 2 циліндричної форми, з дном у вигляді перевернутого усіченого конусу, розділений пересувними перегородками 3 на відсіки 4 для кожного з компонентів суміші. В центрі бункера-дозатора розміщена по вертикалі змішувальна камера 5, яка має форму труби, на внутрішній стінці якої закріплені розсікачі потоку 6, місце розташування і форму яких можна змінювати. Змішувальна камера 5 за допомогою механізму привода 7 може переміщуватися по вертикалі «вниз – вгору» ковзаючи в направляючій втулці (подовжувачі) 8 бункера-дозатора 2 та по боковим гранях перегородок 3. Готова суміш після змішування збирається в ємності 9.

Змішувач працює наступним чином. Загальний об'єм порції суміші, який буде завантажений в бункер-дозатор 2 дорівнює сумі об'ємів відсіків 4 компо-

нентів. Згідно заданому ваговому співвідношенню компонентів в суміші загальний об'єм бункера-дозатора розділяється на суму об'ємів кожного з компонентів. За визначеним об'ємом для кожного компоненту суміші створюємо, переміщуючи пересувні перегородки 3, в бункері-дозаторі 2 відсіки 4. Площа перерізу відсіків обмежена пересувними перегородками 3 з двох сторін, зовнішньою стінкою бункера-дозатора 2 і зовнішньою стінкою змішувальної камери 5. Висота відсіків 4 дорівнює висоті пересувних перегородок 3. Компоненти порції, які необхідно змішати, завантажуються в бункер-дозатор 2 кожен у свій відсік 4.

При завантаженні компонентів змішувальна камера 5 знаходиться в крайньому верхньому положенні. Переміщуючи вниз змішувальну камеру 5, яка є однією зі стінок відсіків 4 для всіх компонентів, ми тим самим переміщуємо загальну рухома стінку (заслінку) одночасно для всіх компонентів. При переміщенні верхньої частини змішувальної камери вниз і досягненні її верхнього краю нижче рівня компонентів у відсіках, матеріал компонентів одночасно з усіх відсіків починає зсипатись у порожнину змішувальної камери 5.

При цьому радіальна до осі змішувальної камери 5 складова швидкості руху часток при виході їх з відсіку буде різною і залежатиме від відстані (в радіальному напрямку) частки компоненту до краю змішувальної камери. Це призводить до того, що траєкторії руху часток компонентів в змішувальній камері 5 будуть різні, що сприятиме розрідженню потоків компонентів. Зміні напрямку руху часток в горизонтальній площині для більш рівномірного заповнення кожним потоком перерізу змішувальної камери сприятимуть розміщені в змішувальній камері під кутом до радіального напрямку руху часток розсікачі потоків 6. Змішування потоків компонентів між собою в змішувальній камері проходить за рахунок перехрещування траєкторій розріджених потоків рис. 3 компонентів суміші в змішувальній камері при їх падінні в ємкість для готової суміші 9. Після закінчення змішування порції компонентів суміші, тобто коли змішувальна камера опуститься до крайнього нижнього положення, вона механізмом приводу 7 піднімається вгору тим самим повертається у крайнє верхнє положення. Далі, при необхідності, процес повторюється.

На запропоновану конструкцію змішувача сипких матеріалів подана заявка і отриманий патент на корисну модель «Змішувач сипких матеріалів» [8].

Проведені експериментальні дослідження запропонованої конструкції змішувача виявили деякі недоліки конструкції, а саме:

при великих різницях співвідношення компонентів, під час дозування компонента частка якого в суміші мала - відбувається утворення склепінь в місцях сходження часток компонентів, між нерухомими стінками 1 бункера дозатора (рис.2), в камеру змішування;

- при великих швидкостях опускання заслінки (високій продуктивності дозатора) і недостатньому діаметрі камери змішування рух часток компонентів при виході з відсіку камери змішування не встигає розріджуватися, це призводить до перехрещення недостатньо розріджених потоків, і як наслідок, на розсікачі надходять не частково перемішані потоки компонентів, а розтягнуті (роз-

ріджені) потоки окремих компонентів, що призводить до зменшення однорідності суміші

Виключити вплив виявлених недоліків можна використовуючи бункеридозатори, в яких бічні стінки розташовані так, що відстань між ними збільшується в сторону вивантаження і розміщення змішувальної камери під бункером дозатором (рис. 4б). Запропонована конструкція захищена патентом на корисну модель «Змішувач» [9].

Змішувач працює наступним чином. Завантаження змішувача і налаштування на рецептуру аналогічно попередньому. При переміщенні верхньої частини рухомої стінки 2 вниз і досягненні її верхнього краю положення нижче рівня компонентів у відсіках, матеріал компонентів одночасно з усіх відсіків починає зсипатись у порожнину між кожухом 1 і рухомою стінкою 2. При цьому радіальна складова швидкості руху часток при виході їх з відсіку буде різною і залежатиме як від відстані (в радіальному напрямку) частки компоненту до верхнього зрізу рухомої стінки 2, так і від швидкості руху стінки вниз. Це призводить до того, що траєкторії руху часток компонентів в порожнині між кожухом 1 і стінкою 2 будуть різні. При цьому чим більша швидкість руху вниз стінки 2 і більша відстань частки по радіусу до стінки 2 тим більше буде горизонтальна складова швидкості руху частки при її сході з верхнього зрізу рухомої стінки 2. Так при малій швидкості руху стінки 2 потік часток компонентів суміші буде після сходу з верхнього зрізу стінки щільним і займатиме по колу об'єм біля зовнішньої сторони стінки 2. Зі збільшенням швидкості руху стінки 2 товщина шару потоку часток буде збільшуватись і при досягненні певної швидкості руху вниз стінки 2 потік часток займе весь простір між кожухом 1 і стінкою 2. Це здійснюється в камері розрідження 8, яка має фрикційну поверхню.

Взаємодія потоку часток з похило встановленою фрикційною поверхнею призводить до поступового зменшення товщини потоку і його розрідження. Для забезпечення розрідження потоку часток, що рухаються вздовж поверхні рухомої стінки 2 довжина проекції перерізу стінки камери розрідження на горизонталь повинна бути більшою ніж відстань між кожухом і бункером-дозатором. Під час руху потоку в камері змішування 9, потоки продовжують розріджуватись і, оскільки стінки камери виконані параболічної форми, напрям руху потоку поступово змінюється з похилого близького до вертикального до майже горизонтального. Змішування потоків компонентів між собою в змішувальній камері відбувається за рахунок перехреснування траєкторій розріджених потоків компонентів суміші в змішувальній камері при їх падінні в ємність для готової суміші 10. Після закінчення змішування порції компонентів суміші, тобто коли рухома стінка 2 опуститься до крайнього нижнього положення вона приводом 3 піднімається вгору і повертається у крайнє верхнє положення. Далі, при необхідності, процес повторюється.

В такій технологічній схемі, де створення розрідження і змішування потоків компонентів відбувається (в основному) за рахунок гравітаційних сил, що дає можливість керованості руху кожної частини, створюються умови для більш якісного виконання процесів дозованої подачі зернових матеріалів зі

створенням сприятливих умов (перехресчування розріджених потоків) для перемішування компонентів кормосуміші.

### **Висновки.**

Підвищення ефективності виробництва комбікормів в господарствах можливо шляхом зниження матеріальних і енергетичних затрат на основі обґрунтування технологічної схеми і параметрів і створенням гравітаційного дозатора-змішувача зернових матеріалів, який забезпечує високу ступінь однорідності суміші.

### **Список літератури**

1. Аблаутов В.М. Исследование процесса смешивания кормов в барабанных смесителях на комплексах крупного рогатого скота: дисс. канд. техн. наук: /Аблаутов В.М. – Саратов, 1977.

2. Мальцев А.К. Изыскание и исследование способов интенсификации процесса смешивания сыпучих кормов: дисс... канд.техн. наук.: / Мальцев А.К. – Ростов-на-Дону, 1970.

3. Бойко І.Г. Машини та обладнання для тваринництва За ред. / І.Г.Бойко. Т1–Харків:ХНТУСГ, 2006 - 225 с.

4. Ревенко І.І. Машиновикористання у тваринництві. / Ревенко І.І., Манько В.М., Кравчук В.І. - К.: Урожай, 1999. - 208 с.

5. Ревенко І.І. Проектування механізованих технологічних процесів тваринницьких підприємств /І.І.Ревенко, В.Д.Роговий, В.І.Кравчук та ін.; За ред. І.І.Ревенка. -К.: Урожай, 1999.- 192с.

6. Пат. 92011Україна, МПК G01F 11/00. Дозатор твердих сипких і рідких матеріалів / Кіряцев Л.О., Різоль Ю.О.; винахідники і власники; заявл.24.02.14;опуб. 25.07.2014, Бюл. № 14.

7. Пат. 91683 Україна, МПК G01F 11/00. Багатокомпонентний дозатор твердих сипких і рідких матеріалів / Кіряцев Л.О., Різоль Ю.О.; винахідники і власники; заявл.24.02.14;опуб. 10.07.2014, Бюл. № 13.

8. Пат. 85174Україна, МПК G01F 11/00. Змішувач сипких матеріалів / Кіряцев Л.О., Різоль Ю.О.; винахідники і власники; заявл.24.05.13;опуб. 11.11.2013, Бюл. № 21.

9. Пат. 91684 Україна, МПК G01F 11/00. Змішувач / Кіряцев Л.О., Різоль Ю.О.; винахідники і власники; заявл.24.02.14;опуб. 10.07.2014, Бюл. № 13.

### **Анотація**

#### **Смеситель сыпучих материалов гравитационного типа**

Шацкий В.В., Гаврильченко А.С., Киряцев Л.О., Ризоль Ю.А

*В статье рассмотрены вопросы обоснования технологической схемы процессов дозирования и смешивания компонентов сыпучих смесей в смесителях гравитационного типа.*



## **Abstract**

### **Mixer of loose mixes of gravitational type**

V. Shatsky, A.Gavrilchenko, L. Kiryatsev, U. Rizol.

*In article questions of justification to the technological scheme of processes of dispensing and mixing of components of loose mixes in mixers of gravitational type are considered.*