

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ КОМБИКОРМОВЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ*

СМЕСИТЕЛИ

Назначение, область применения и классификация

Смесители предназначены для равномерного и однородного распределения в смеси различных компонентов, подаваемых дозаторами отдельными порциями или по-слоино.

Перераспределение различных по физико-механическим свойствам сыпучих и других материалов предполагает получение на выходе из машины смеси, в любой точке которой к каждой частице одного компонента примыкают частицы других компонентов в заданном соотношении.

Комбикормовая отрасль вырабатывает комбикорма, БВМД (БВМК), премиксы и витаминные смеси. Мукомольная промышленность использует смесители при раздельной подготовке зерна к помолу и при формировании требуемого сорта муки и ее обогащении.

Каждый вид готовой продукции представляет собой сложную многокомпонентную смесь.

Основной показатель качества смеси — это однородность. Однородной считают смесь, в которой содержание компонентов в любом ее объеме не отличается от заданного рецептурой для всей смеси.

Качество смешивания зависит от многих факторов, основные из которых:

- плотность смешиваемых компонентов;
- форма и размер частиц материалов;
- влажность смешиваемых продуктов;
- адгезионные свойства частиц компонентов;
- точность дозирования;
- коэффициент внутреннего трения.

Процессы и оборудование для смешивания сыпучих материалов можно классифицировать по ряду признаков, в частности:

- по структуре рабочего цикла — непрерывного и периодического действия;
- по способу воздействия на продукт — механическое, гравитационное и немеханическое (например, воздействие сжатым воздухом, вибрацией);
- по конструктивному исполнению — шнековые, лопастные, барабанные и т.п.;
- по характеру движения продукта в смесителе — циркуляционное, с хаотическим перемещением частиц и т.д.

Некоторые способы воздействия на сыпучие компоненты с целью их смешивания представлены на рисунке 1.

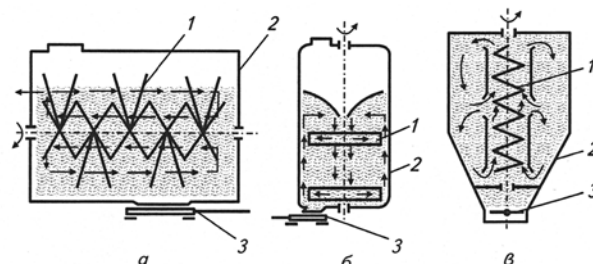


Рис. 1. Способы воздействия и схемы перемешивания продукта при смешивании:

- а — в горизонтальном спирально-ленточном смесителе;
б — в вертикальном лопастном; в — в вертикальном шнековом смесителе; 1 — рабочий орган; 2 — корпус; 3 — подвижная

Основы теории процесса смешивания сыпучих продуктов

Процесс, обеспечивающий однородность смеси, может проходить с помощью трех основных механизмов взаимного перемещения частиц.

Конвективный механизм широко используется в различных механических смесителях, где рабочие органы — лопасти, шнеки, лопатки, спирали — перемещают группы смежных частиц из одного места объема смесительной камеры в другое.

Механизм сдвига — перемещение скользящих относительно друг друга слоев продукта внутри перемешиваемой массы — обусловил появление смесителей барабанного типа.

Основным механизмом смешивания считается *диффузионный*, определивший математическую модель смешивания.

Для математического описания процесса смешивания сыпучих материалов используется диффузионная двухпараметрическая модель, согласно которой смешивание частиц материалов происходит одновременно в продольном и поперечном направлениях камеры смешивания.

$$\frac{dC}{dt} = -v \frac{dC}{dX} + K_L \frac{d^2 C}{dX^2} + \frac{K_R}{R} \frac{d}{dR} \left(R \frac{dC}{dR} \right), \quad (1)$$

где K_L — коэффициент продольного смешивания;

K_R — коэффициент радиального (поперечного) смешивания;

X — осевая координата исследуемой области смеси в аппарате;

R — радиальная координата исследуемой области смеси в аппарате;

v — осевая скорость движения частиц материала;

C — концентрация ключевого компонента в исследуемой области смеси.

*Продолжение. Начало в № №6, 7-8, 10' 2016.

Для решения уравнения (1) необходимо знать величины K_L и K_R , которые обычно определяют при испытании опытного образца смесителя. Процесс распада разреженных блоков компонентов и проникновение их частиц в зону других блоков аналогичен диффундированию при условиях, способствующих уменьшению коэффициента внутреннего трения (псевдоожигению), таких, как вибрация, продувка газом или интенсивное механическое воздействие.

Процесс смесеприготовления растянут во времени и его можно условно разделить на три элементарные фазы (рис. 2).

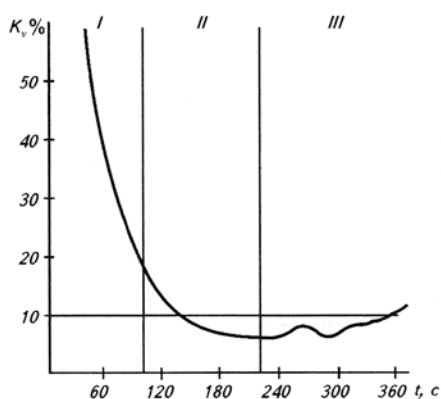


Рис. 2. Изменение коэффициента неоднородности смеси K_v во времени t

Фаза I — разрушение рабочими органами смесителя отдельных блоков, состоящих из частиц различных компонентов, сопровождающееся разнесением частиц по всему рабочему объему смесителя. Этот процесс — конвективный. Он характерен быстрым уменьшением коэффициента неоднородности смеси K_v .

Фаза II — происходит перераспределение отдельных частиц. Процесс сегрегации начинает сказываться на итогах процесса смешивания, поэтому величина K_v уменьшается во времени значительно медленнее. На этой стадии процесс смешивания аналогичен процессу диффузии молекул газа.

Фаза III — скорости процессов смешивания и сегрегации становятся примерно равными. Величина K_v практически не меняется. Дальнейшее смешивание становится бессмысленным.

Эффективность работы смесителей

Для оценки эффективности смешивания многокомпонентную смесь условно считают двухкомпонентной, в которой какой-либо один компонент называют ключевым, а остальные объединены во второй компонент.

Ключевым обычно считают компонент, содержание которого в смеси сравнительно невелико и количество его достаточно легко определяется в пробе готового продукта. Таким требованиям в комбикорме отвечают поваренная соль или мел, содержание которых колеблется от 0,25 до 4,0% от общей массы комбикорма.

В качестве ключевых компонентов можно также использовать некоторые соли микроэлементов, например марганца, меди и др.

Процесс смешивания будет лучше выполнен там, где значения содержания ключевого компонента в отдельной пробе C_i ближе к содержанию его в смеси при идеальном распределении.

Если известны значения C_i в восьми-десяти пробах, взятых из смеси, то оценка смеси производится по значению коэффициента неоднородности K_v (%):

$$K_v = \frac{\sigma_c}{C_0} 100 = \frac{100}{C_0} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (C_i - C_0)^2}{n-1}}, \quad (2)$$

где σ_c — среднее квадратичное отклонение содержания ключевого компонента в пробах;

C_0 — средняя массовая концентрация ключевого компонента в смеси;

n — общее число взятых проб.

Чем меньше величина K_v , выраженная в процентах, тем однороднее смесь. При значении $K_v < 10\%$ эффективность смешивания компонентов комбикормов хорошая, при 10–15% — удовлетворительная.

Методы оценки содержания ключевого компонента в пробах должны быть простыми и надежными.

Практически качество смешивания в тихоходных смесителях в значительной степени зависит от кратности перемещения объема смешиваемых материалов в смесителе.

На рисунке 2 показана динамика изменения коэффициента неоднородности K_v во времени t при использовании наиболее употребительных тихоходных смесителей.

Считается, что если в смесителе дискретного действия рабочие органы перемещают 10–12 объемов циклической производительности, то требуемая однородность смеси будет достигнута.

Смесители периодического действия применяются на заводах, оснащенных многокомпонентными автоматическими весовыми дозаторами дискретного действия (порционными). Цикл смешивания для разных типов смесителей периодического действия существенно различается (1,5–8 мин) и задается обычно в минутах, время загрузки и выгрузки — в минутах или секундах.

В общем виде производительность смесителей периодического действия Q_{CM} (т/ч) можно записать как:

$$Q_{CM} = \frac{60M_n}{(t_z + t_{CM} + t_g)},$$

где M_n — масса продукта в смесителе, т;

t_z, t_{CM}, t_g — соответственно, время загрузки, смешивания и выгрузки, мин.

В смесителях периодического действия используются спирально-ленточные (рис. 1, а), лопастные (рис. 1, б) или комбинированные рабочие органы, которые обеспечивают многократное перемещение сыпучего продукта

по внутреннему замкнутому контуру рабочей камеры.

При производстве комбикормов применяют в основном два типа смесителей периодического действия — горизонтальные и вертикальные.

В смесителях горизонтального типа СГК рабочий орган комбинированный, где сочетаются и спиральные ленты и лопасти. Смеситель СГК-1М (рис. 3) состоит из корпуса, внутри которого вращается

вал, представляющий собой трубу, на которой закреплены четыре спиральные лопасти 2. Две лопасти — наружные, перемещающие продукт в сторону разгрузочного бункера 8, две — внутренние, имеющие противоположную навивку, перемещают продукт в сторону загрузочного патрубка с фланцем 3. Таким образом, обеспечивается многократное перемещение продукта внутри корпуса смесителя.

Радиальные лопасти 4 предназначены для интенсификации процесса смешивания, наклон которых по отношению к валу можно регулировать в значительных пределах. От угла наклона лопаток зависит продолжительность цикла смешивания и качество смеси. Фланец 5 с патрубком служит для присоединения смесителя к аспирационной сети.

Лопастной вал смонтирован в вынесенных за пределы корпуса подшипниковых опорах, что обеспечивает их благоприятные условия работы (без запыления). В нижней части корпуса перед разгрузочным бункером установлена поворотная крышка 7, которая открывается или закрывается в соответствии с режимом работы смесителя. Управление крышкой осуществляется пневмоцилиндром 6 через систему рычагов. Блок воздухоподготовки 9 включает влагоотделитель, регулятор давления и маслоотделитель. Вал смесителя приводится во вращение от электродвигателя 11 через клиноременную передачу на двухступенчатый цилиндрический редуктор 12 и муфту 13, соединяющую выходной вал редуктора с лопастным валом.

Система автоматического управления предусматривает работу двух смесителей от одной группы весовых дозаторов периодического действия. В период смешивания и разгрузки одного смесителя загружается второй смеситель. Общий цикл работы каждого смесителя одинаков, но цикл одного из них смещен на время загрузки другого.

Смеситель модели СГК-2,5М конструктивно аналогичен и отличается габаритами, массой, кинематическими и энергетическими параметрами (табл. 1).

Горизонтальные смесители типа ДСГ выпускаются большим типоразмерным рядом. А9-ДСГ-0,1 и А9-ДСГ-0,2 применяются для смешивания обогатитель-

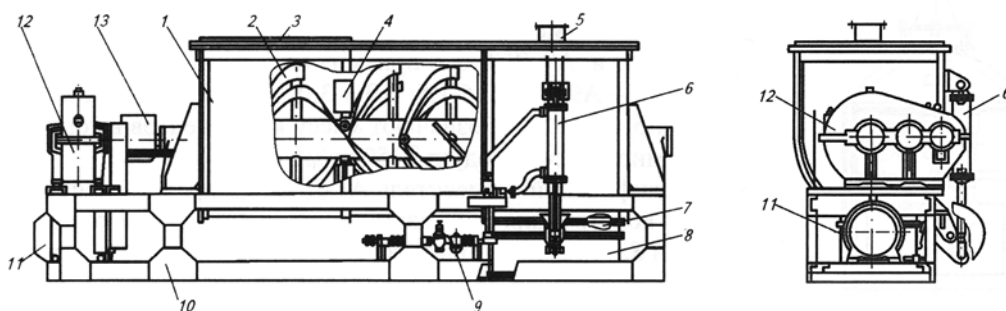


Рис. 3. Смеситель СГК-1М:

1 — корпус; 2 — спиральная лопасть; 3, 5 — фланцы; 4 — лопатка; 6 — пневмоцилиндр; 7 — поворотная крышка; 8 — разгрузочный бункер; 9 — блок воздухоподготовки; 10 — станина; 11 — электродвигатель; 12 — редуктор; 13 — муфта

Таблица 1. Технические характеристики смесителей типа СГК

Параметры	СГК-1М	СГК-2,5М
Производительность, т/ч	12	25
Частота вращения лопастного вала, об/мин	48	35
Передаточное отношение редуктора	30,7	23,3
Габариты, мм:		
длина	4400	5580
ширина	1230	1960
высота	1775	2255
Масса, кг	2388	5396

Продолжительность смешивания 4 мин, выгрузки — 1 мин.

ных смесей, остальные — А9-ДСГ-0,5, 1,5, 2,0 и 3,0 — для рассыпных комбикормов. Цифры 0,1; 0,2; 0,5; 1,5; 2,0 и 3,0 обозначают массу компонентов в тоннах в корпусе смесителя при объемной массе продукта 450 кг/м³.

Одна из модификаций — смеситель А9-ДСГ-0,5 представлена на рисунке 4. Корпус 3 — сварная конструкция цилиндрической формы. Вал 1 опирается на подшипники качения 2 и 8, корпуса которых установлены на торцевых стенках смесителя.

В верхней части корпуса установлены загрузочный 4 и аспирационный 7 патрубки, в нижней — подсмесительный бункер 10 с задвижкой. На валу закреплена мешалка — рабочий орган, представляющий собой двухзаходную спиральную лопасть 5 и концентричную с ней наружную спиральную лопасть 6 правой и левой навивки. Привод мешалки осуществляется от электродвигателя 14 через клиноременную передачу 18, редуктор 17 и муфту 19.

Наружные лопасти мешалки перемещают продукт вдоль камеры смешивания в сторону подсмесительного разгрузочного бункера, а внутренние лопасти — в обратном направлении. При разгрузке рабочий орган продолжает вращаться, и готовая смесь при открытой пневмоцилиндром 12 задвижке выводится из смесителя.

Другие смесители из этого ряда типоразмеров в основном отличаются от вышеописанного габаритами и компо-

Таблица 2. Технические характеристики смесителей типа А9-ДСГ

Параметры	ДСГ-0,1	ДСГ-0,2	ДСГ-0,5	ДСГ-1,5	ДСГ-2,0	ДСГ-3,0
Производительность*, т/ч	1,2	2,4	6,0	18,0	20,0	30,0
Масса компонентов в корпусе смесителя*, т	0,1	0,2	0,5	1,5	2,0	3,0
Цикл смешивания (не более), мин, в том числе загрузка и разгрузка	5	5	5	5	6	6
Частота вращения лопастного вала, об/мин	47	40	28	20	17	16
Мощность электродвигателя, кВт	2,2	3,0	7,5	17,0	22,0	30,0
Габариты, мм:						
длина	1770	1760	3130	4290	4880	5480
ширина	960	1080	1170	1630	2660	2020
высота	1040	1300	1870	2360	2660	2900
Масса, кг	440	520	1300	3030	4650	6000

*При объемной массе продукта 450 кг/м³.

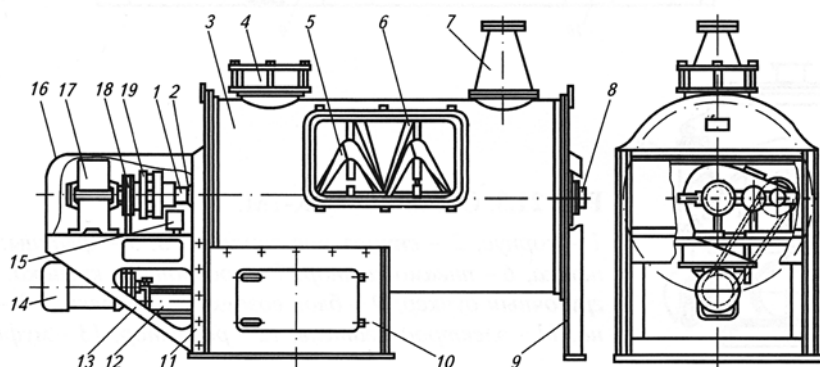


Рис. 4. Горизонтальный смеситель А9-ДСГ-0,5:

1 — вал; 2, 8 — корпуса подшипников;
3 — корпус; 4, 7 — патрубки;
5, 6 — спиральные лопасти;
9, 11 — стойки; 10 — подсмесительный бункер;
12 — пневмоцилиндр; 13 — рама;
14 — электродвигатель;
15 — воздухораспределитель;
16 — ограждение; 17 — редуктор;
18 — клиноременная передача; 19 — муфта

новкой. Технические характеристики смесителей типа ДСГ приведены в таблице 2.

Основное назначение **смесителя А9-БСГ-3** производства Одесского завода «Продмаш» — придание однородности смеси определенного сорта муки, сформированного из различных потоков. Смесители применяются и при смешивании компонентов комбикормов. Смеситель (рис. 5) представляет собой сварной металлический корпус 1 с цилиндрическим днищем и разгрузочными створками 11. В боковых стенках корпуса расположены смотровые окна с люками 3. В верхней части корпус закрыт четырьмя крышками 4, из которых две средние имеют загрузочные патрубки 2, 5. Патрубок 9 служит для присоединения смесителя к аспирационной сети.

Внутри корпуса смонтирован лопастной вал 6. На стойках 7 вала закреплена двухзаходная спиральная лопасть 8 и концентрично ей — наружные спиральные лопасти 10. Направления винтовой линии каждой пары лопастей взаимно противоположны. Лопастной вал смонтирован в двух подшипниках 14. Последние установлены на площадках, усиленных ребрами торцевых стенок корпуса смесителя. Вал приводится во вращение от мотор-редуктора 16 через цепную передачу 15. Мотор-редуктор установлен на плите 13, позволяющей перемещать его для регулирования натяжения цепной передачи.

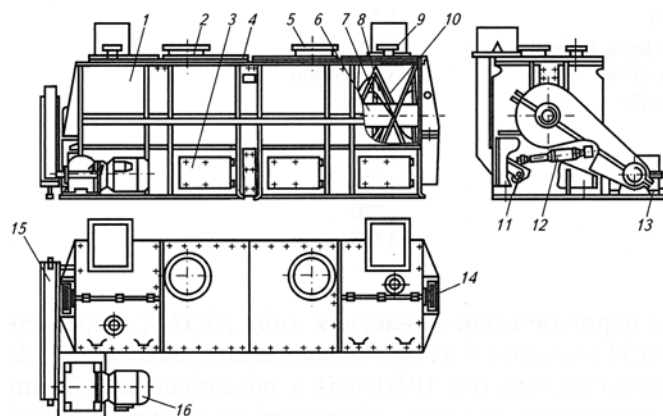


Рис. 5. Смеситель А9-БСГ-3:

1 — корпус; 2, 5 — загрузочные патрубки; 3 — люк;
4 — крышка; 6 — лопастной вал; 7 — стойка;
8, 10 — спиральные лопасти; 9 — патрубок; 11 — створка;
12 — пневмоцилиндр; 13 — плита; 14 — подшипник;
15 — цепная передача; 16 — мотор-редуктор

Пневмооборудование смесителя состоит из блока подготовки воздуха (вентиль, фильтр-влагодотделитель, редукционный пневмоклапан, манометр, маслоотделитель), двух пневмоцилиндров, управляемых электропневматическими клапанами, и др. Для герметизации смесителя используют уплотнения створок, выполненные из резины специального

профиля, в которые подается сжатый воздух. Исполнительными механизмами пневмооборудования управляют от общей системы автоматики.

Электрооборудование смесителя включает электродвигатель, электропневматические клапаны, конечные выключатели, кнопочные посты управления. Остальную пускозащитную аппаратуру монтируют в общей системе управления смесителем и многокомпонентным весовым дозатором.

Работает смеситель следующим образом. После дозирования муки и витаминной смеси они двумя потоками подаются через загрузочные патрубки в смеситель. Наружные лопасти смесителя перемещают продукт вдоль корпуса в одном направлении, а внутренние — в обратном. При этом происходит интенсивное и равномерное перемешивание.

Технические характеристики смесителя А9-БСГ-3

Производительность, т/ч	30
Масса порции, кг	3000
Продолжительность цикла, мин	6
В том числе:	
смешивание	5
загрузка	0,5
выгрузка	0,5
Коэффициент заполнения	0,65—0,70
<i>Пневмооборудование</i>	
Давление воздуха, МПа:	
в пневмосистеме	0,45
в уплотнении	0,06—0,08
расход сжатого воздуха, м ³ /ч	1,3
Частота вращения лопастного вала, об/мин	29
Расход воздуха на аспирацию, м ³ /ч	3500—4000
Мощность электродвигателя, кВт	37
Габариты, мм:	
длина	5510
ширина	1770
высота	2280
Масса (без привода), кг	3750

Смесители двухвальные периодического действия типа ДСП. Типоразмерный ряд смесителей типа УЗ-ДСП включает 9 наименований машин емкостью от 20 до 1500 кг, создан и выпускается институтом ВНИИКП и объединением

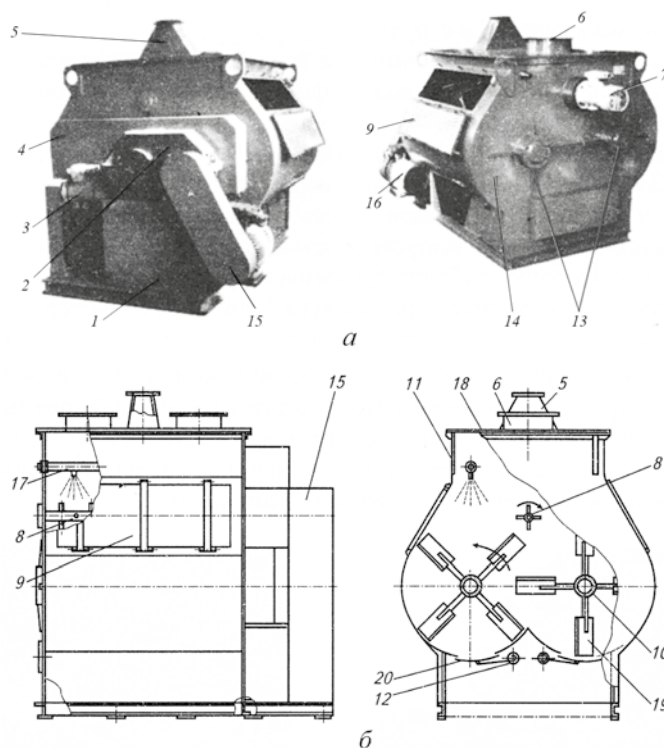


Рис. 6. Смеситель двухвалный периодического действия
УЗ-ДСП-1,5:

*а — внешний вид; б — конструктивная схема;
1 — основание привода; 2 — редуктор; 3 — привод
заслонок; 4, 14 — боковые стенки; 5 — аспирационный
патрубок; 6 — приемный патрубок; 7 — привод
разрыхлителя; 8 — разрыхлитель; 9 — откидная дверка;
10 — лопастной вал; 11 — корпус; 12 — рычажный
механизм задвижек; 13 — подшипниковые опоры;
15 — ограждение клиноременной передачи;
16 — приводной электродвигатель; 17 — коллектор
подачи жидкости; 18 — верхняя крышка; 19 — лопасть;
20 — заслонка*

Таблица 3. Основные параметры смесителей типа УЗ-ДСП

Тип	Вместимость, кг	Производительность, т/ч	Номинальная мощность, кВт	Габариты, мм			Масса, кг
				длина	ширина	высота	
ДСП-0,02	20	0,6	0,75	850	620	580	200
ДСП-0,05	50	1	1,87	1300	1100	1100	450
ДСП-0,1	100	2	2,51	1370	1000	1190	680
ДСП-0,2	200	4	3,37	1700	1350	1450	900
ДСП-0,25	250	5	4,10	2100	1480	1550	1100
ДСП-0,4	400	8	6,10	2160	1556	1760	1550
ДСП-0,5	500	10	10,50	2380	1698	1690	1600
ДСП-1,0	1000	20	15,50	2510	2050	1950	2700
ДСП-1,5	1500	50	19,50	2800	2100	2100	3300

«Темп» (г. Воронеж). Широкая гамма смесителей позволяет обеспечить предприятия разной производительности по производству комбикормов и премиксов, эффективно реализуя операции смешивания разнообразных сочетаний больших доз и малых добавок. Смесители типа ДСП (рис. 6) относятся к классической модели двухвальных смесителей с лопастными валами (мешалками). Смесители выпускаются в двух исполнениях: для смешивания только сыпучих компонентов и для смешивания сыпучих компонентов с жидкими добавками.

В конструкции смесителя УЗ-ДСП-1,5 используется механический способ смешивания компонентов в псевдоожиженном состоянии. Под воздействием быстровращающихся валов с закрепленными на них лопастями продукт быстро разрыхляется при значительном уменьшении коэффициента внутреннего трения.

На каждом валу (вращаются в противоположные стороны с большой частотой) закреплены четыре ряда лопастей, расположенных по винтовой линии. Угол наклона торцовых лопастей относительно вала — 15° , центральных — 45° , что обеспечивает многократное перемещение частиц в центре смесителя и быстрое (за 1,5–2 мин) смешивание компонентов. Предусмотрена также возможность подачи жидких компонентов в камеру смешивания сыпучих компонентов с жидкими добавками. Смеситель выполнен в виде сварного корпуса 11, образованного двумя стенками 4 и 14 и продольными связями. В верхней части смесителя установлена крышка 18, на которой смонтированы приемный 6 и аспирационный 5 патрубки. Корпус смесителя в поперечном сечении имеет форму (рис. 6, б) сочлененных лопастных валов, которые монтируются в подшипниковых опорах 13, установленных на стенках смесителя. Привод валов осуществляется через редуктор 2 от электродвигателя 16 через клиноременную передачу 15. Редуктор установлен на основании 1.

В малых смесителях (ДСП-0,02 и ДСП-0,05) привод разгрузочных заслонок ручной, в остальных моделях применяется электропривод. В модели смесителя, предусматривающей ввод жидких добавок, дополнительно устанавливается роторный разрыхлитель 8 с автономным электроприводом 7. Для доступа в корпус смесителя имеются откидные дверки 9. Система подвода жидких добавок — коллектор 17 с соплами. При этом номинальная нагрузка увеличивается на 40%. Время смешивания сыпучих компонентов с жидкими добавками — 2–5 мин, а сыпучих компонентов — 1 мин. Ввод жидких компонентов — 8–10%. Время выгрузки готовой смеси — 5 с. Однородность смеси — 90–95%. Основные параметры, габаритные и весовые данные при объемной массе продуктов смешивания 500 кг/м^3 приведены в таблице 3.

Порционные смесители фирмы «Ван Аарсен» применяются для смешивания компонентов, входящих в состав комбикормов, премиксов, кормовых смесей, в том числе, с разной объемной массой и структурой.

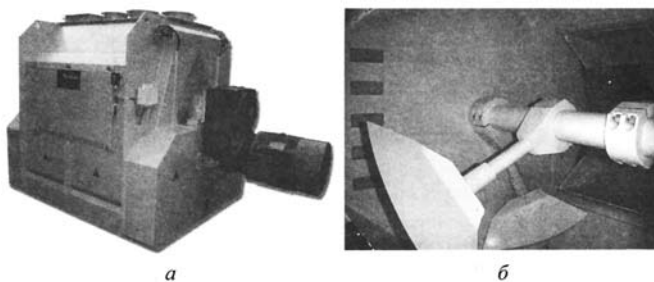


Рис. 7. Одновальный смеситель «Мультипремикс»: а — общий вид; б — лопасти

Наряду со смесителями, в которых на роторе располагаются внутренние и наружные спирально-ленточные рабочие органы, фирма выпускает одновальные и двухвальные лопастные смесители.

На рисунке 7а показан одновальный смеситель «Мультипремикс», который был разработан для смешивания микро- и малых компонентов, других добавок, в том числе жидких, при производстве премиксов и комбикормов. Данный смеситель выпускается вместимостью от 1000 до 4000 л. Ванна смесителя и основные рабочие органы изготовлены из нержавеющей стали.

На валу ротора смесителя расположены лопасти (рис. 7, б), которые можно поворачивать, изменяя их угол атаки и при износе заменять на новые. В нижней части смесителя по всей длине рабочей ванны располагаются две створки разгрузочного люка. Угол открытия створки 90° , это позволяет в короткий срок полностью разгрузить ванну смесителя от продукта. Степень наполнения ее может варьировать от 30 до 110%. Запуск возможен при полной загрузке продуктом ванны смесителя. Возможен ввод в продукт нескольких жидких компонентов.

Конструкция смесителя позволяет за три минуты получить качественный по однородности готовый продукт даже при отношении вводимых в него микрокомпонентов в соотношении 1:100 000.

По просьбе заказчика фирма может поставлять изделия с электрообогревом и теплоизоляцией ванны смесителя и комплектовать его привод преобразователя частоты тока.

На базе данного смесителя была разработана конструкция двухвального смесителя «Мультимикс» (рис. 8, а), который может иметь вместимость от 2000 до 16 000 л.

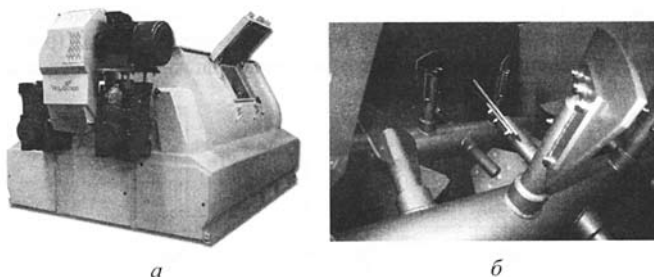


Рис. 8. Двухвальный смеситель «Мультимикс»: а — общий вид; б — лопасти

Такой смеситель хорошо komponуется в производственных помещениях с небольшой высотой этажей.

На двух роторах смесителя, которые вращаются в разные стороны, устанавливаются взаимозаменяемые лопасти (рис. 8, б). Синхронизация вращения роторов смесителя происходит с помощью карданного вала.

Такая конструкция смесителя позволяет получать однородный по своему составу продукт за две минуты работы. При этом, как и для однороторного смесителя, возможен ввод микродобавок в состав продукта в соотношении 1:100 000.

Основные параметры лопастных одновалных и двухвалных смесителей даны в таблице 4.

Таблица 4. Основные параметры одновалных и двухвалных лопастных смесителей фирмы «Ван Аарсен»

Вместимость, л	Установленная мощность, кВт	Габариты, мм		
		длина	ширина	высота
Одновалный				
1000	15	2850	1320	1500
2000	30	3160	1640	1900
4000	37,5	4140	2120	2400
Двухвалный				
2000	30	3200	2450	1600
4000	37,5	3820	2600	1800
6000	45	4275	3000	2100
8000	55	4600	3300	2300
10 000	75	4950	3600	2500
12 000	80	5200	3750	2600
16 000	90	5630	3900	2850

Смесители непрерывного действия предназначены для смешивания в потоке сыпучих компонентов комбикормов, белково-витаминно-минеральных концентратов (БВМК), премиксов и их смесей; производства комбикормов с вводом жидких компонентов; смешивания муки с добавками (сухая клейковина, витамины). Смесители относятся

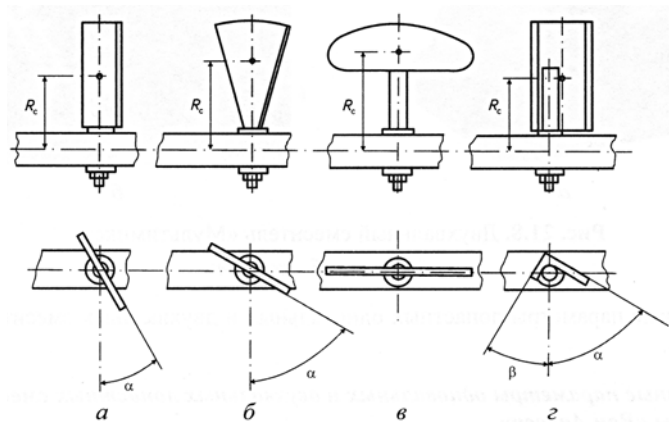


Рис. 9. Лопастные радиальные рабочие органы

к скоростным двухвальным непрерывного действия. В этих смесителях загрузка и выгрузка готовой смеси происходит одновременно.

Рабочие органы смесителей непрерывного действия должны обеспечивать продольное и радиальное перемещение масс компонентов, сопровождающееся их смешиванием. Обеспечение процесса продольного смешивания достигается с помощью рабочих органов, создающих встречное движение потоков материала: в двухвалных смесителях — вращением валов с различной частотой, а в одновалных — установкой одного—двух витков с обратным направлением навивки.

Лопастные радиальные рабочие органы смесителей непрерывного действия представлены на рисунке 9. Угол α может меняться, вследствие чего изменяются объем и направление перемещения продукта в смесителе. Угловая лопасть (рис. 9, г) позволяет перемещать продукт одновременно в противоположных направлениях.

Лопастной двухвалковый смеситель 2СМ-1 (рис. 10) предназначен для смешивания сыпучих компонентов комбикормов. Радиальные лопасти 3 смонтированы таким образом, что две лопасти, расположенные под углом $\alpha = 50^\circ$ и перемещающие продукт в сторону разгрузки, чередуются с одной лопастью, установленной под углом $\alpha = 20^\circ$ и перемещающей продукт в противоположном направлении.

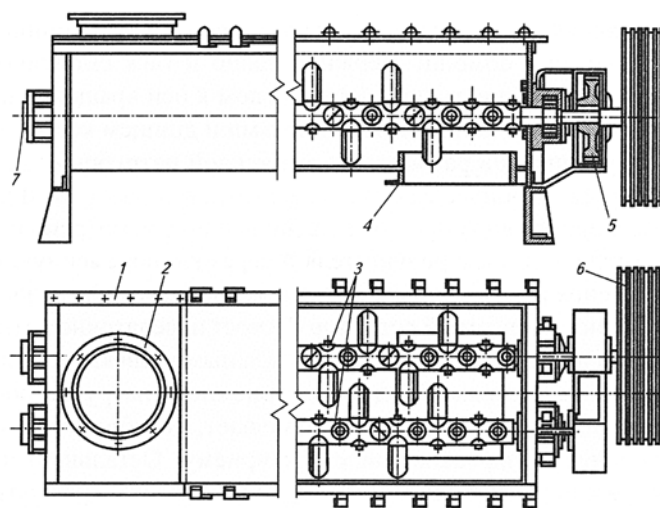


Рис. 10. Смеситель 2СМ-1:

1 — корпус; 2 — приемный патрубок; 3 — лопасти; 4 — выпускной патрубок; 5 — зубчатое колесо; 6 — шкив; 7 — подшипниковый узел

Время смешивания (мин), обеспечивающее требуемый коэффициент неоднородности:

$$t_{см} = \frac{60L}{v_{cp}},$$

где L — длина емкости (пути прохождения смеси), м;

v_{cp} — средняя скорость перемещения смеси от приема к выводу, м/с.

Смесители МСН, МСН-М и УПК. На рисунке 11 представлен смеситель МСН, на рисунке 12 — общий вид модернизированного смесителя МСН-М. При закрытом шибере на выходе и соответствующем заполнении смеситель МСН может работать как машина периодического действия.

Шнеки 3, 5 установлены на двух валах, закрепленных в подшипниковых опорах 9 (рис. 11). На валах при помощи

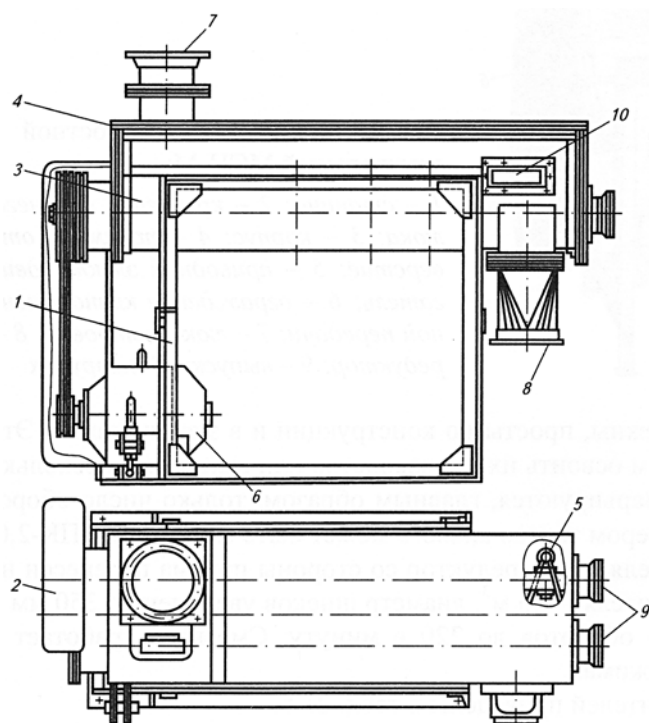


Рис. 11. Смеситель МСН:

1 — станина; 2 — редуктор; 3, 5 — шнеки; 4 — крышка;
6 — электродвигатель; 7, 8 — приемный и выпускной
патрубки; 9 — подшипниковые опоры;
10 — смотровое окно

стержней, шайб и гаек смонтированы также и лопасти. Их можно устанавливать под любым углом к оси вращения шнеков. Форма лопастей шнеков сегментная. Зазор между шнеками и днищем корпуса — 5 мм.

На конце корпуса шнеков расположен выпускной патрубок 8. Для наблюдения за движением продукта в корпусе сделаны два смотровых окна 10. Для очистки корпуса при переходе с одного вида продукта на другой предусмотрено съемное днище.

Привод смесителя — от электродвигателя 6 через клиноременную передачу и редуктор 2. Для натяжения ремней предусмотрены качающаяся плита электродвигателя и натяжной винт. Одноступенчатый редуктор 2 имеет передаточное отношение 1:1.

Компоненты смешиваются двумя горизонтальными шнеками, вращающимися в противоположных направлениях.

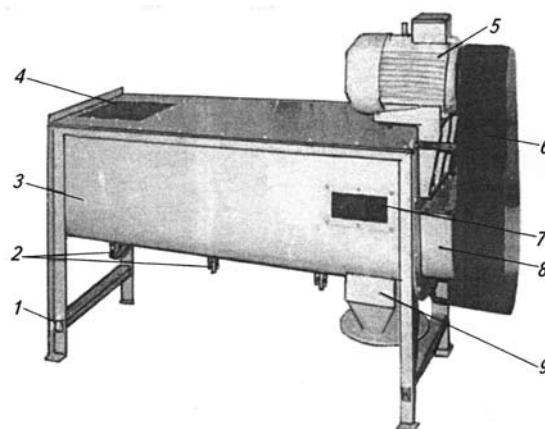


Рис. 12. Смеситель скоростной двухвальный МСН-М:

1 — станина; 2 — крепление нижнего люка;
3 — корпус; 4 — приемное отверстие; 5 — приводной
электродвигатель; 6 — ограждение клиноременной
передачи; 7 — люк смотровой; 8 — редуктор;
9 — выпускной патрубок

Таблица 5. Технические характеристики смесителей непрерывного действия

Параметры	МСН	МСН-М	УПК-2,0	2СМ-1
Производительность (при объемной массе 500–800 кг/м³), т/ч	5,0–5,5	10	5,0–10,0	20
Шнеки:				
частота вращения, об/мин	500	400	200	214
диаметр, мм	160	280	350	—
Угол наклона лопастей подающего шнека к оси вращения, град.	14	—	—	—
Шаг подающего шнека, мм	120	—	—	—
Угол наклона лопастей возвращающего шнека к оси вращения, град.	12	—	—	—
Шаг возвращающего шнека, мм	105	—	—	—
Установленная мощность, кВт	1,1	4,0	4,0	10
Габариты, мм:				
длина	1520	1670	2100	4192
ширина	532	540	430	937
высота	1125	1150	1250	928
Масса, кг	240	300	470	1000

Продукт из приемного патрубка поступает на подающий шнек, который непрерывно его перемещает, перебрасывая часть продукта на параллельный шнек, возвращающий его к приему. Остальную часть продукта подающий шнек транспортирует до конца, где он выводится через патрубок.

Смеситель МСН-М (рис. 12) принципиально не отличается от своего предшественника: он имеет увеличенные диаметры шнековых валов (до 280 мм), соответственно, несколько снижено число оборотов и изменена компоновка: приводной электродвигатель установлен на верхнюю крышку смесителя, что позволило сделать его более компактным. Повышение производительности до 10 т/ч обеспечивается приводным электродвигателем большей мощности — 4 кВт.

Смесители типа МСН надежны, просты по конструкции и в эксплуатации. Это позволило многим предприятиям освоить их производство или выпускать несколько отличающиеся модификации. Варьируются, главным образом, только число оборотов шнеков и их диаметр. Примером такого аналога может быть смеситель УПК-2,0, в котором, в отличие от смесителя МСН, редуктор со стороны приема перенесен на сторону выпуска. Емкость смесителя — 0,5 м³, диаметр шнеков увеличен до 350 мм и соответственно снижено число оборотов до 220 в минуту. Смеситель работает в циклическом и непрерывном режимах. Основные параметры смесителей приведены в таблице 5.

Смесители с вводом в комбикорма жидких компонентов фирмы «Ван Аарсен» (рис. 13) выпускаются в одновальном и двухвальном исполнении (табл. 6) производительностью от 10 до 60 т/ч. Производится два типоразмера в одновальном исполнении и один в двухвальном. Смесители достаточно компактны и сравнительно просты по конструкции. Корпус смесителя 1 цилиндрической формы имеет с двух сторон люки 13 с зажимом 12. Большие откидные люки обеспечивают свободный доступ в зону смешивания для очистки, ремонта и технического обслуживания узлов. Фирма производит специальное покрытие внутренней поверхности корпуса смесителя, предотвращающее прилипание компонентов комбикормов к поверхности. С целью обеспечения интенсивности процесса смешивания жидкие компоненты подаются сверху через специальные устройства 3.

С торцов цилиндры закрываются стенками 14, одновременно являющи-

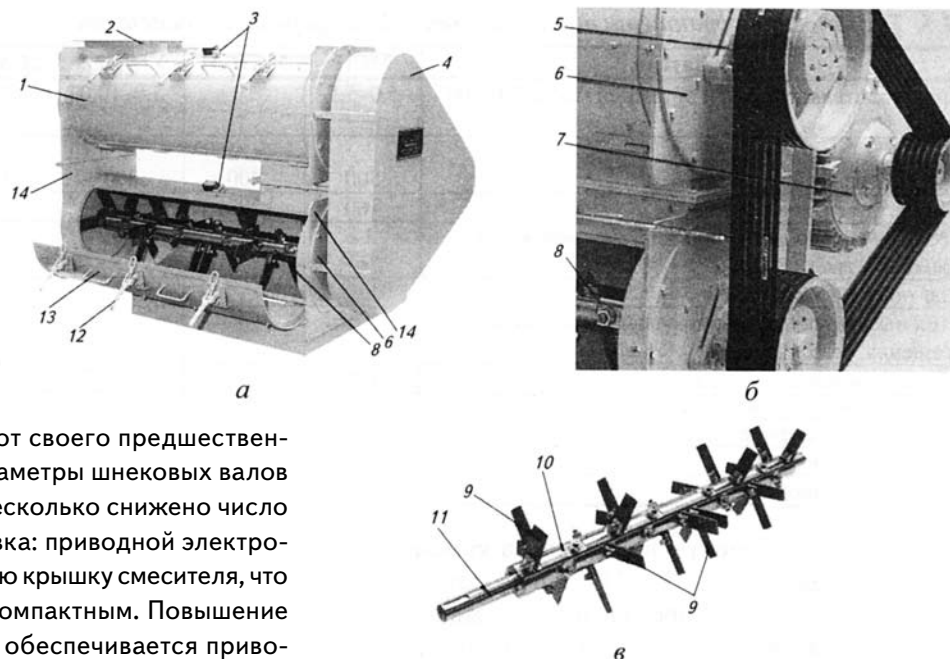


Рис. 13. Двухвальный смеситель непрерывного действия фирмы «Ван Аарсен»

с вводом жидких компонентов:

- а — общий вид смесителя; б — двухскоростной комбинированный привод; в — смесительный ротор; 1 — цилиндрический корпус; 2 — приемное отверстие сыпучих компонентов; 3 — штуцер подвода жидких компонентов; 4 — ограждение; 5 — клиноременная передача смесительных роторов; 6 — боковина с опорными подшипниками; 7 — приводной электродвигатель; 8 — смесительный ротор; 9 — лопасти; 10 — держатель; 11 — вал; 12 — зажим люка; 13 — люк; 14 — торцевая стенка

мися соединительными элементами при двухвальном исполнении смесителя и элементами станины — при одновальном. Цилиндрические боковины 6 выполнены заодно с подшипниковой опорой, вынесенной за пределы корпуса смесителя, что предотвращает попадание в них пыли. Ротор смесителя оснащен лопастями 9 из упрочненного износостойкого металла. Лопасты 9 на валу 11 крепятся с помощью держателя 10, их можно регулировать по углу наклона, что, как правило, осуществляется в начале эксплуатации; далее при износе лопасти заменяются. Лопасты сделаны быстросъемными, поэтому операция замены

Таблица 6. Параметры смесителей с вводом жидких компонентов фирмы «Ван Аарсен»

Тип	Диаметр, мм	Длина, мм	Производительность, т/ч	Мощность привода, кВт
500х1000	500	1000	10	7,5/11
500х1500	500	1500	15–30	11–30
Двойной	500	1500	35–60	30–35

не занимает много времени. Привод смесителя (рис. 13, б) представляет собой приводной двухскоростной двигатель 7 и общую клиноременную передачу 5 на два ротора (при двухвальном смесителе) и обычную — при одновальном исполнении смесителя. Смесители обеспечивают равномерность смешивания сухих и жидких компонентов до 95% при вводе жидких компонентов до 5% от общей массы комбикормов.

При непрерывном производстве рассыпных комбикормов возможно предварительное смешивание компонентов после дозирования при дальнейшем их транспортировании в смеситель. Предварительное смешивание приводит к тому, что $t_{см}$ для смесителей непрерывного действия может быть меньше чем для смесителей дискретного действия, в которые загружаются несмешанные компоненты порциями. Поэтому потребная мощность и материалоемкость

смесителей непрерывного действия ниже, чем эти же параметры у смесителей периодического действия такой же производительности.

Рассматривая процесс смешивания сыпучих материалов с позиций возможной его интенсификации, необходимо иметь в виду технологические аспекты производства:

- точность дозирования компонентов, составляющих смесь;
- стабильность физико-механических свойств компонентов;
- зависимость размера частиц компонента от его процентного содержания в смеси: чем меньше содержание, тем меньше его размеры;
- принципы построения машинно-аппаратурных схем подготовки компонентов и производства смесей. ■

Источник: Технологическое оборудование и поточные линии предприятий по переработке зерна: учебник / Л.А. Глебов, А.Б. Демский, В.Ф. Веденев, А.Е. Яблоков, I и III части под ред. Л.А. Глебова, II часть под ред. А.Б. Демского. — М.: ДеЛи принт, 2010. — 696 с.



ИНФОРМАЦИЯ

В Бразилии средняя себестоимость выращивания свиней и птицы из-за удешевления кормов в марте 2017 г. по сравнению с февралем, по данным Центрального исследовательского совета по птице и свиньям (CIAS) при Бразильской корпорации сельскохозяйственных исследований (Embrapa), продолжала снижаться, упав еще на 4,3 и 4,4% соответственно.

Себестоимость производства бройлеров в марте 2017 г. снизилась также благодаря удешевлению кормов. Бразильский индекс ее себестоимости (ICPFrango) в марте упал до отметки 187,2 пункта, тогда как в январе этого года он составлял 202,3 пункта, а в феврале — 195,8. Год назад индекс был равен 214,8; затем он возрастал, достигнув максимального значения в июне 2016 г. (более чем 242,3) из-за очень высоких цен на корма.

Около 66,9% в общей себестоимости производства бройлеров приходится на корма. Поэтому продолжающееся снижение цен на них стало основной причиной снижения

индекса ICPFrango, начиная с середины прошлого года. Его уменьшение в марте 2017 г. по сравнению с февралем составило немногим более 4,3% и почти 11,3% по сравнению с началом текущего года. В марте немного снизились и ставки на амортизацию, электро-энергию, теплообеспечение, а также цена капитала.

По сравнению с мартом 2016 г. тарифы на транспортные услуги и заработную плату в этом году чуть выросли — соответственно на 0,37 и 0,20%.

Себестоимость выращивания свиней в этом году уже упала на 12,8%. Бразильский индекс их себестоимости (ICPSuíno) был на пике в июне 2016 г. (более чем 253,7 пункта), после чего с каждым месяцем снижался. По расчетам CIAS, в марте 2017 г. он составил 192,7 пункта, тогда как в январе — 211,5, в феврале — 201,4 пункта. В марте 2016 г. он равнялся 217,8 пункта, а в марте этого года стал на 11,3% ниже прошлогоднего уровня.

Снижение индекса себестоимости, как и у птицы, было обусловлено в основном падением цен на корма, которые за март уменьшились на 4,2%. Расходы на корма, заложенные в индекс по свиньям, достигают почти 73,3% в полной себестоимости их выращивания. По сравнению с мартом 2016 г. средние затраты на корма в свиноводстве в марте этого года упали на 12,7%, тогда как на транспорт и заработную плату они немного выросли — почти на 1 и 0,5% соответственно.

Оба индекса себестоимости разработаны в 2011 г. группой социологов Embrapa и Национального агентства по обеспечению кормами (Conab). Для индекса по бройлерам (ICPFrango) за стандарт взята ситуация с себестоимостью их выращивания в закрытом вентилируемом птичнике в штате Парана; индекс по свиньям (ICPSuíno) основан на типичной системе полного цикла производства мясных свиней в штате Санта-Катарина.

CIAS, Embrapa