

УДК 631.3:636.084

РАЗРАБОТКА УСТАНОВКИ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ЖИДКИХ КОРМОВЫХ СМЕСЕЙ С ОБОСНОВАНИЕМ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ

Солонщиков П. Н., кандидат технических наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Вятский государственный агротехнологический университет»,
г. Киров, Россия
E-mail: solon-pavel@yandex.ru

Аннотация

В статье рассмотрен вопрос разработки и обоснования основных конструктивных параметров установки для приготовления жидких кормовых смесей. Также представлен краткий обзор существующих установок и предложена новая конструкция, основанная на соотношении компонентов, которые необходимо соблюдать при приготовлении заменителя цельного молока. В соотношении учитывается подача воды через установку и сухого компонента через загрузочный бункер.

Ключевые слова: смесь, установка, соотношение компонентов, линия, жидкие корма, подача

DEVELOPING THE PLANT FOR PREPARING LIQUID FEED MIXTURES WITH JUSTIFICATION OF ITS DESIGN PARAMETERS

Solonschikov P. N., candidate of technical sciences, associate professor
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
«Vyatka State Agrotechnological University», Kirov, Russia
E-mail: solon-pavel@yandex.ru

Annotation

The article discusses the development and justifications of the main design parameters of the liquid feed mixture preparation unit. It provides a brief overview of existing units and proposes a new design based on the ratio of components required for preparing the whole milk substitute. The ratio takes into account the water supply through the unit and the dry component through the feed hopper.

Keywords: mixture, installation, component ratio, line, liquid feed, feed supply

Предлагаемое изобретение относится к установкам для приготовления смесей и может использоваться в линиях приготовления жидких заменителей цельного молока из сухого порошка или эмульсий [1, 4-8, 12].

Известны установки для смешивания жидких сред с порошковыми массами, содержащие загрузочную камеру с клапаном, центробежный насос, лопастной смеситель [3].

Недостатком данных устройств является использование схемы подачи сухого (сыпучего) компонента, которая характеризуется отсутствием четкого определения точности дозирования порошкового продукта и невозможностью его транспортирования в рабочую камеру, а также большими габаритами и работой в периодическом режиме.

Наиболее близким с технической точки зрения является устройство, содержащее загрузочную камеру с заслонкой, корпус с всасывающим и нагнетательным патрубками, рабочим колесом с межлопастными каналами, образованными лопастями, основным и покрывающим дисками меньшего диаметра, чем лопасти, и лопатки, закрепленные на боковой стенке корпуса вокруг покрывающего диска [2].

Недостаток данного устройства заключается в том, что точность дозирования регулируется лишь отдельным приводом, что в свою очередь увеличивает потребление энергии. Также необходимо обоснование, какая частота вращения и размеры должны быть у рабочего колеса и питающего устройства, что обеспечило бы точность дозирования и, как следствие, однородность получаемой смеси в виде соотношения сухого и жидкого компонента.

Технический результат заключается в упрощении конструкции, снижении металлоёмкости, обосновании конструктивных параметров, позволяющих подавать жидкий и сухой компонент в рабочую камеру с учетом коэффициента заполнения и угла наклона питающего устройства, а также в увеличении производительности и снижении потребления энергии.

Поставленная цель достигается тем, что рабочая камера состоит из всасывающего патрубка диаметром d и нагнетательного патрубка. В камере расположено рабочее колесо размером $2,5d$ установки, состоящее из покрывного и лопастного дисков. Оно закреплено на валу, соосно с ним расположено питающее устройство с лопатками диаметром $2d$ и шагом $0,8d$, которые вращаются с одной частотой вращения n . При этом качество смеси достигается за счёт соотношения $k = Q_c/Q_{жс}$, которое должно быть в пределах 0,1-0,14, то есть подача жидкого компонента $Q_{жс}$ и сухого компонента Q_c должно быть $k = 1:7-1:10$ [8, 9, 10, 11].

Подача жидкого компонента ($\text{м}^3/\text{с}$) определяется формулой

$$Q_{жс} = U \cdot F = \frac{\pi \cdot 2,5 \cdot d \cdot n}{60} \cdot \frac{\pi \cdot 2,5^2 \cdot d^2}{4} = \frac{\pi^2 \cdot 2,5^3 \cdot d^3 \cdot n}{240} = \frac{\pi^2 \cdot d^3 \cdot n}{0,065}, \quad (1)$$

где U – скорость движения жидкости, $\text{м}/\text{с}$;

d – диаметр всасывающего патрубка, м ;

F – площадь рабочего колеса, м^2 ;

n – частота вращения вала, мин^{-1} .

Подача сухого компонента с учётом размеров ($\text{т}/\text{ч}$) определяется формулой

$$Q_c = 0,0131 \cdot 4 \cdot d^2 \cdot 0,8 \cdot d \cdot n \cdot k_z \cdot \rho \cdot C = 0,042 \cdot d^3 \cdot n \cdot k_z \cdot \rho \cdot C, \quad (2)$$

где k_z – коэффициент заполнения, $k_z = 0,2 \dots 0,65$ [11].;

ρ – плотность сухого компонента, $\rho = 1027 \dots 1032 \text{ кг}/\text{м}^3$ – плотность заменителя цельного молока [11];

C – коэффициент, учитывающий угол наклона β питающего устройства, $C = 0,275 \dots 1$ [11].

С учётом формул получим соотношение

$$k = \frac{0,042 \cdot d^3 \cdot n \cdot k_3 \cdot \rho \cdot C \cdot 0,065}{\pi^2 \cdot d^3 \cdot n} = \frac{0,002 \cdot d^3 \cdot n \cdot k_3 \cdot \rho \cdot C}{\pi^2 \cdot d^3 \cdot n} = \frac{0,002 \cdot k_3 \cdot \rho \cdot C}{\pi^2}. \quad (3)$$

Подставим в полученную формулу (3) плотность $\rho = 1030 \text{ кг/м}^3$, и с учётом интервала коэффициент заполнения (k_3) и коэффициента, учитывающего угол наклона питающего устройства (C), полученные данные запишем в таблицу 1. Аналогичные данные будут и для минимального значения плотности $\rho = 1027 \text{ кг/м}^3$ и максимального значения $\rho = 1032 \text{ кг/м}^3$.

ТАБЛИЦА 1. РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЁТА

Угол наклона питающего устройства	k_3 – коэффициент заполнения									
	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6	0,65
0	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,13	0,14
5	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12
10	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,08	0,09	0,10	0,11
15	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06	0,07	0,07	0,08	0,09	0,10
20	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06	0,06	0,07	0,08	0,08
90	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04

По полученным данным (таблица 1) видим, что при $C = 1$ ($\beta = 0^\circ$) и $k_3 = 0,5-0,65$ соотношение будет в пределах $k = 0,1-0,14$. При этом видно, что крайнее значение будет при угле наклона $\beta = 15^\circ$ и коэффициенте заполнения $k_3 = 0,65$.

Установка для приготовления смесей содержит рабочую камеру, рабочее колесо, состоящее из покрывного и лопастного диска с окнами и лопатками, питающее устройство, всасывающий и нагнетательный патрубок, загрузочную камеру и неподвижные лопатки.

На рисунке 1 схематически изображена установка для приготовления смесей.

Установка состоит из рабочей камеры 1, рабочего колеса 2 размером $2,5d$ с покрывным диском с входом d , лопатками 10, всасывающего патрубка 3, напорного патрубка 4, загрузочной камеры 5, питающего устройства 6 диаметром $2d$ с витками, расположенными на расстоянии $0,8d$, вала 7, окна 8 на лопастном диске рабочего колеса 2 и неподвижные лопатки 9.

Рабочее колесо 2 размером $2,5d$ состоит из покрывного диска с диаметром входа d , расположено в рабочей камере 1, и закреплено на вале 7, а на лопастном диске расположены окна 8 лопатки 10. Рабочее колесо 2 и питающее устройство 6 диаметром $2d$, с расположенными на нём витками на расстоянии $0,8d$, которые будут входит в окна 8 рабочего колеса 2. Загрузочная камера 5 расположена перпендикулярно питающему устройству 6 диаметром $2d$, с расположенными на нём витками на расстоянии $0,8d$.

Установка работает следующим образом. Приводя во вращение рабочее колесо 2 размером $2,5d$, состоящее из лопастного и покрывного диска, во всасывающем патрубке 3 создаётся разрежение, по действием которого жидкость поступает в центр рабочего колеса через покрывной диск диаметром d и далее в рабочую камеру 1, в которой расположены неподвижные лопатки 9. Одновременно с этим сухой компонент, находящийся в загрузочной камере 5, под действием силы тяжести поступает на питающее устройство 6 размером $2d$. Компонент, перемещаясь по спиральной навивке с шагом $0,8d$, поступает в окна 8 рабочего колеса 2 размером $2,5d$, за счет действия центробежной силы компонент поступает к периферии рабочей камеры 1. Качественному смешиванию сухого и жидкого компонента способствует взаимодействие с неподвижными лопатками 9. Полученная смесь с соотношением $k = Q_c/Q_{ж} = 1:7-1:10$ выходит из рабочей камеры 1 через напорный патрубок 4.

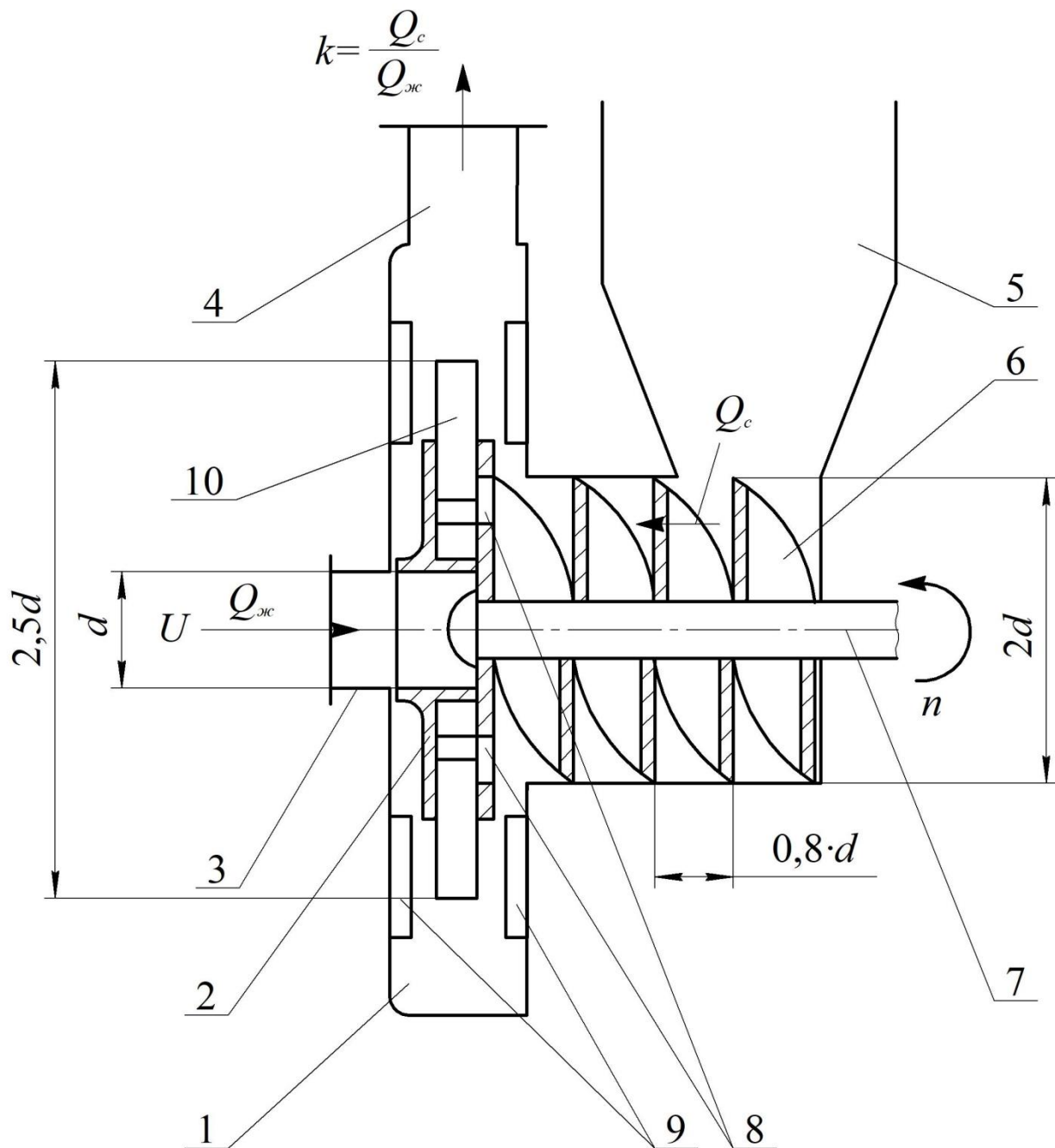


Рисунок 1. Схема установки для приготовления жидких кормовых смесей

Таким образом, использование предлагаемой установки для приготовления жидких кормовых смесей позволит качественно и быстро смешивать сухой порошок с жидкостью. За счёт снижения металлоемкости и обоснования размеров на входе в рабочее колесо и размеров питающего устройства будет обеспечиваться стабильное поступление сухих компонентов, что увеличивает точность дозирования и как следствие увеличивается качество смешивания за счёт достижения соотношения $k = Q_c / Q_{жс} = 1:7-1:10$, а также увеличение производительности установки.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Булатов С. Ю. Разработка и совершенствование технологических линий и технических средств приготовления кормов в условиях малых форм хозяйствования : диссертация ... доктора технических наук. Княгинино, 2018. 412 с.
2. Патент № 2544953 С1 Российская Федерация, МПК А01J 11/00, В01F 7/08. Устройство для приготовления смесей : № 2013136725/10 : заявл. 06.08.2013 : опубл. 20.03.2015 / В. Г. Мохнаткин, В. Н. Шулятьев, А. С. Филинков [и др.] ; заявитель Малое Инновационное Предприятие Общество с ограниченной ответственностью "Информационно-консультационный центр "Академия".
3. Патент на полезную модель № 14108 U1 Российская Федерация, МПК А23С 11/00. Устройство для приготовления смесей : № 99124292/20 : заявл. 19.11.1999 : опубл. 10.07.2000 / Н. Ф. Баранов, П. И. Касаткин, А. В. Лохов [и др.] ; заявитель Открытое акционерное общество "ОСКОН".
4. Новые этапы в создании машин и оборудования в растениеводстве и животноводстве / П. Н. Солонщиков, Ф. Ф. Мухамадьяров, В. Г. Мохнаткин [и др.] // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 03 февраля 2025 года. Киров, 2025. С. 182-188.
5. Совершенствование и разработка новых технологических процессов, машин и методик исследований в животноводстве / П. Н. Солонщиков, В. Г. Мохнаткин, В. Н. Шулятьев [и др.] // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 05 февраля 2024 года. Киров, 2024. С. 187-191.
6. Оболенский Н. В., Булатов С. Ю., Свистунов А. И. Исследование процесса смешивания компонентов комбикорма // Вестник научных конференций. 2015. № 1-1(1). С. 111-117.
7. Патент № 2655351 С2 Российская Федерация, МПК В01F 7/08. Смеситель сухих сыпучих и влажных рассыпных кормов : № 2016126565 : заявл. 01.07.2016 : опубл. 25.05.2018 / П. А. Савиных, В. Е. Саитов, С. Ю. Булатов [и др.] ; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Нижегородский государственный инженерно-экономический университет (НГИЭУ).
8. Оболенский Н. В., Булатов С. Ю., Свистунов А. И. Разработка средств для приготовления ферментированного комбикорма в фермерских хозяйствах / // Вестник ВИЭСХ. 2016. № 1(22). С. 67-78.
9. Оболенский Н. В., Булатов С. Ю., Свистунов А. И. Разработка лабораторной установки и исследование в ней процесса смешивания компонентов комбикорма // Экономика и предпринимательство. 2015. № 9-2(62). С. 640-643.
10. Никитин Е. А., Кирсанов В. В., Матвеев В. Ю. Сравнительный анализ систем приготовления кормовой смеси и их влияние на эффективность в молочном животноводстве // Вестник НГИЭИ. 2019. № 11(102). С. 37-46.
11. Никитин Е. А. Разработка автоматизированной системы персонального дозирования концентрированных кормов для крупного рогатого скота // Инновации в сельском хозяйстве. 2019. № 3 (32). С. 80-86.
12. Никитин Е. А., Семенюк В. С. Анализ проблем эффективного приготовления кормовой смеси в современном животноводстве // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. 2019. № 2 (34). С. 158-163.