

УДК 631.363.283

ЖАЛПАК МӨӨРКАЛЫПТУУ ТОЮТ ДАНДООГУЧТУН КОНСТРУКТИВДҮҮ- ТЕХНОЛОГИЯЛЫК СӨЛӨКӨТҮН ИШТЕП ЧЫГУУ

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКТИВНО- ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПЛОСКОМАТРИЧНОГО ГРАНУЛЯТОРА КОРМОВ

DEVELOPMENT OF A DESIGN AND TECHNOLOGICAL SCHEME FOR A FLAT-MATRIX FEED GRANULATOR

А. Э. Акматов, Р. А. Касымбеков, Б. Ш. Айтуганов, Ы. Дж. Осмонов, С. Ж. Акматова

A. E. Akmatov, R. A. Kasymbekov, B. Sh. Aituganov, Y. J. Osmonov, S. Zh. Akmatov

Макалада тоют даярдоодо колдонулган дандоогучтардын арасында мөөркалыптык-чыгырык түүлөрү кеңири таралганы жана жергиликтүү фермерлердин россиялык, кытайлык заводдор чыгарган ошондой эле өздөрү тарабынан колдо жасалган жалпак мөөркалыптуу чакан өлчөмдүү дандоогучтарга муктаждыгы көрсөтүлгөн. Жубас-чыгырыктуу жалпак мөөркалыптуу дандоогучтардын конструкцияларынын талдоосу, аларды жакшыртуунун жолдору жана кемчиликтери келтирилген. Негизги конструкциялык, кинематикалык жана технологиялык өлчөм мүнөздөмөлөрү эсептелген. Мунун негизинде жалпак мөөркалыптуу дандоогучтардын түзүлүшүнүн жана иштөө принцибинин сүрөттөлүшү менен конструкциялык жана технологиялык сөлөкөтү иштелип чыккан. Сунушталган дандоогучтун айырмалоочу өзгөчөлүгү болуп мөөркалып менен чыгырыктын ортосундагы боштукту жөндөөнү жана чыгырыктардын мөөркалыпка басымын көзөмөлдөөнү камсыз кылган серпилгичтин болушу эсептелет. Дандоогучта тиш бурамалуу басаңдаткычты колдонуу менен тыкандыкка жетишилет жана энергия сыйымдуулугу төмөндөйт. Ал эми дандоогучка орнотулган кошумча шилегичтүү жылмалуу-аралаштыргыч бир нече операцияларды аткарууга мүмкүндүк берет: чен-өлчөмдүү, аралаштыруу жана дандоолонгон материалдын курамчаларын дандоогучка жеткирүү. Мында дандоогучтун бир калыпта жүктөлүшү сапаттуу дандоону пайда болушуна шарт түзөт.

В статье указаны распространенность матрично-валяцовых используемых грануляторов для заготовки кормов и потребность

местных фермеров в малогабаритном грануляторе с плоской матрицей производства российских, китайских заводов, также сделанном кустарным способом и своими силами. Приведены анализ конструкций и пути совершенствования пресс-валковых плоскоматричных грануляторов и их недостатки. Перечислены основные конструктивные, кинематические и технологические параметры. На основе этого разработана конструктивно-технологическая схема плоскоматричного гранулятора с описанием устройства и принципа работы. Отличительной особенностью данного гранулятора является пружина, обеспечивающая регулировку зазора между матрицей и роликом, также контроль давления роликов на продукт. В нем с применением червячного редуктора достигается компактность и уменьшается энергоемкость гранулятора. А дополнительно установленный к гранулятору шнековый транспортер-смеситель позволяет выполнить несколько операций: дозирование, смешивание и транспортировку компонентов гранулируемого материала к гранулятору. При этом происходит равномерная загрузка гранулятора, способствующая качественному образованию гранул.

The article indicates the prevalence of matrix-roller granulators used for the preparation of feed and the need of local farmers for a small-sized granulator with a flat matrix, produced by Russian and Chinese factories, also made in an artisanal way on their own. An analysis of designs and ways to improve press-roll flat-matrix granulators and their disadvantages are presented. The main design, kinematic and technological parameters are listed. Based on this, a design and technological diagram of a flat-matrix granulator has been developed with a description of the operating principle. A distinctive feature of this granulator is a spring that allows adjustment of the gap between the matrix and the roller, as well as control of the pressure of the rollers on the product. Using a worm gearbox, compactness is achieved and the energy intensity of the granulator is reduced. And an additional screw conveyor-mixer installed to the granulator allows you to perform several operations: dosing, mixing and transporting the components of the granulated material to the granulator. At the same time, the granulator is uniformly loaded, which contributes to the high-quality formation of granules.

Түйүн сөздөр: дандоогуч, мөөркалып, чыгырык, жалтак мөөркалыптуу, пружина, тиши бурамалуу редуктор, шнек-аралаштыргыч

Ключевые слова: гранулятор, матрица, ролики, плоскоматричная, пружина, червячный редуктор, шнек-смеситель

Key words: granulator, matrix, rolls, flat matrix, spring, worm gear, screw mixer

Распространенными среди грануляторов, используемых для заготовки кормов, являются матрично-вальцовые грануляторы с кольцевой и плоской пресс-матрицами, которые занимают до 80%

от всего парка грануляторов [1]. Анализ используемых средств гранулирования показал, что малогабаритные плоскоматричные грануляторы являются практически единственно используемыми животноводами нашей страны. На рынке предлагаются малогабаритные грануляторы с плоской матрицей российского, китайского производства и кустарные, сделанные фермерами. Несмотря на большую распространенность плоскоматричных грануляторов, комплексных теоретических исследований не проводилось, в то время теория с кольцевой матрицей изучена более подробно. В связи с этим рабочие органы типовых промышленных плоскоматричных грануляторов делаются с большим запасом прочности, что заметно утяжеляет и удорожает всю конструкцию [2]. А кустарные грануляторы изготавливаются практически без теоретических расчетов. Поэтому нами была поставлена задача разработать конструктивно-технологическую схему малогабаритного плоскоматричного гранулятора для фермерских хозяйств с последующим проведением теоретических и экспериментальных исследований.

Для этого были изучены конструкции используемых на производстве плоскоматричных грануляторов [3-17]. Анализ разных конструкций позволил выделить следующие пути совершенствования пресс-валковых грануляторов с плоской матрицей:

- совершенствование отдельных узлов и деталей (матрицы, прессующих валков, узел крепления приводных валов, нож для среза и т.п.);
- совершенствование конструкции в целом [4].

К первому пути относятся предложения по модернизации конструкции прессующих валков [5,6] и пресс-матрицы [7,8] как основных рабочих элементов машины. А также дополнительные элементы конструкции, такие как узел крепления валков к приводному валу гранулятора [9-11], опорный узел приводного вала [12] и др.

По второму пути изменяются конструкции устройства, при котором происходит совмещение нескольких стадий одного процесса либо совмещение нескольких процессов в одном агрегате [13-17] и т.п.

Для разработки конструктивно-технологической схемы исходим из имеющихся недостатков плоскоматричных грануляторов, к

которым относятся: быстрый износ поверхностей рабочих органов; высокие рабочие температуры вследствие сильного трения; низкий коэффициент полезного действия; высокая удельная металло- и энергоёмкость, также необходимо учитывать технические решения работающих на производстве грануляторов.

На эффективность процесса гранулирования оказывают влияние многие параметры, которые целесообразно подразделить на конструктивные, кинематические и технологические параметры.

Конструктивные параметры: диаметр фильер, их длина, соотношение конической и цилиндрической частей, число фильер в матрице, или коэффициент живого сечения рабочей зоны матрицы; внутренний диаметр матрицы, диаметр и число прессующих роликов, форма их поверхности, способ ввода продукта в рабочую зону (самотеком, с помощью подпрессовывателя), расположение матрицы (вертикальное или горизонтальное) и т. д.

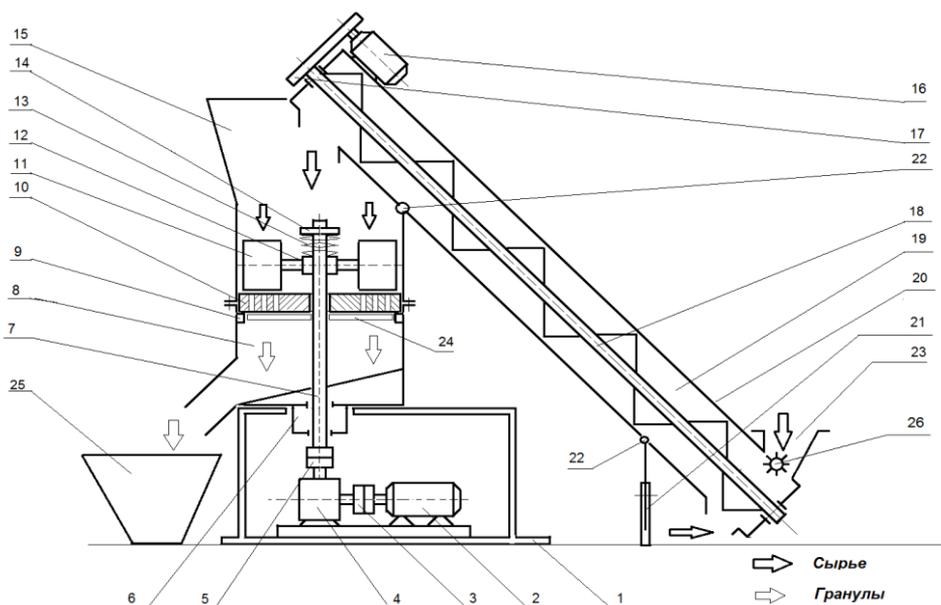
Кинематические параметры: частота вращения матрицы или ее окружная скорость; окружная скорость вращения прессующих роликов.

Технологические параметры: величина подачи или производительность, физико-механические свойства прессуемого материала, в том числе влажность, объемная масса, дисперсность входящих в состав смеси компонентов, наличие связующих компонентов, давление и расход сухого перегретого пара [18].

На основе изучения технологий по приготовлению кормовых гранул и технических средств, предназначенных для гранулирования, анализа их преимуществ и недостатков, с учетом потребности современного рынка была разработана следующая принципиальная (конструктивно-технологическая) схема плоскоматричного гранулятора (рис.1).

Плоскоматричный гранулятор состоит из рамы 1, на которую установлен электродвигатель 2, соединенный с муфтой 3 с червячным редуктором 4. В свою очередь, червячный редуктор 4 через обгонную муфту 5 соединен с опирающимся на опорный стакан 6 валом 7. К корпусу 8 гранулятора с помощью фиксатора 9 закреплена матрица 10, сверху которого находятся два ролика 11, вращающиеся на водиле 12. Сверху водилы 12 установлена пружина 13 и регули-

ровочная гайка 14. Рабочие органы гранулятора – матрица 10 и ролики 11 находятся внутри бункера 15. Выше бункера 15 расположен электродвигатель 16, с помощью редуктора 17 приводящий в движение вал шнека 18 и сам шнек 19. Корпус шнека 20 соединен с ножкой 21 с помощью шарниров 22. Сверху корпуса шнека 20 имеется приемное окно 23. Снизу матрицы 10 гранулятора установлены режущий нож 24 и тара 25 для сбора готовых гранул. На приемном окне 23 установлен дозатор 26.



1 – рама; 2, 16 – электродвигатель; 3 – муфта; 4 – червячный редуктор;
5 – обгонная муфта; 6 – опорный стакан; 7 – вал; 8 – корпус гранулятора;
9 – фиксатор; 10 – матрица; 11 – ролик; 12 – водила; 13 – пружина;
14 – регулировочная гайка; 15 – бункер; 17 – редуктор; 18 – вал шнека;
19 – шнек; 20 – корпус шнека, 21 – ножка; 22 – шарнир;
23 – приемное окно; 24 – нож; 25 – тара; 26 – дозатор.

Рисунок 1 – Конструктивно-технологическая схема плоскоматричного гранулятора

Гранулятор работает следующим образом. Запускается электродвигатель 2, установленный на раме 1. Вращение передается через муфту 3 к червячному редуктору 4, который изменяет направле-

ние вращения на 90^0 . При этом также изменяется скорость вращения согласно передаточному числу червячного редуктора 4. Вращательное движение через обгонную муфту 5 передается на вал 7. Обгонная муфта 5 предохраняет поломку деталей червячного редуктора 4, возникающую от сил инерции после остановки электродвигателя 2. Вал 7 благодаря опорному стакану 6, расположенному на корпусе гранулятора 8, сохраняет свою устойчивость при вращении. Фиксатор 9 фиксирует матрицу 10 относительно корпуса гранулятора 8 в неподвижном состоянии. Вращательное движение вала 7 передается роликам 11 через водило 12. При этом происходит рабочий процесс гранулирования, и ролики, 11 двигаясь по кругу, начинают продавливать гранулируемый материал через отверстия неподвижной матрицы 10. Продавленные гранулы срезаются ножом 24 и, скатываясь по нижней части корпуса 8, собираются в специальной таре 25. Сила давления роликов 11 на рабочий материал обеспечивается за счет пружины 13, усилие которой устанавливается регулировочной гайкой 14. Гранулируемый материал поступает через приемное окно 23, далее, двигаясь по шнеку 19, приводящегося в движение от электродвигателя 16, через редуктор 17 и вал шнека 18, подается в корпус гранулятора 8, т.е. в рабочую зону. Регулируемая по высоте ножка 21 благодаря шарнирам 22 позволяет изменить наклон корпуса шнека 20 и тем самым обеспечивает удобство подачи гранулируемого материала в гранулятор. Количество гранулируемого материала, подаваемого в шнек 19, через приемное окно 23 регулируется дозатором 26.

Основными отличительными особенностями разработанного гранулятора является следующее:

- в целях регулировки зазора между роликом и матрицей, также контроля величины давления прессующих роликов на продукт в креплении гранулятора между водилой ролика и гайкой предусмотрена пружина. Во время работы гранулятора на рабочей поверхности матрицы образуется «ковёр из материала», по которому двигаются уплотняющие ролики, и оказывает важное влияние на прессование. Следовательно, с помощью

пружины можно контролировать и оптимизировать процесс прессования;

- для уменьшения металло- и энергоемкости гранулятора для передачи движения от электродвигателя к рабочему валу гранулятора используется червячный редуктор, который является компактным и имеет повышенный уровень передаточных чисел;
- в целях равномерной загрузки и однородного смешивания компонентов применяется шнековый транспортер-смеситель с дозатором.

Таким образом, предлагаемый гранулятор представляет собой компактное малогабаритное техническое средство, позволяющее осуществить гранулирование кормов в соответствии с требованием фермеров.

Литература

1. Осокин А. В. Анализ существующих способов и технологических средств для компактирования техногенных материалов / А. В. Осокин, М. В. Севостьянов // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2013. – № 7–1. – С.62–66.
2. Осокин А. В. Исследование кинематической схемы плоско-матричного гранулятора с активными цилиндрическими пресс-валками / А. В. Осокин // Вестник МСГУ. – Т. 12. – Вып. 3 (102). – 2016. – С. 317 – 324.
3. Прессы-грануляторы AmandusKahl: как это устроено? [Электронный ресурс]: URL: <https://forestcomplex.ru/unikalno/amandus-kahl-press-granulaytor/> / Дата обращения: 15.08.2023.
4. Севостьянов М. В. Основные направления конструктивно-технологического совершенствования пресс-валковых агрегатов с плоской матрицей для экструдирования волокнистых материалов / М. В. Севостьянов, А. В. Осокин, Е. А. Гиенко, И. И. Лагутин // Молодой ученый. – 2015. – № 12 (92). – С. 288–294.
5. А. с. 670323 СССР, М. Кл. В01J 2/20. Гранулятор / В. Е. Захарчук, П.Д. Зубарев, А.Ф. Иванов, Л.А. Шапиро; заявители: Донецкий филиал Всесоюзного института по проектированию организа-

- ции энергетического строительства «Оргэнергострой» №2400210/23-26; заявл. 23.08.1976; опубл. 30.06.79, Бюл. №24.
6. А. с. 579002 СССР, М. Кл. В01J 2/00. Гранулятор / И. И. Пиуновский, В. П. Лысоконь, А. П. Хмелинко и Г. П. Федюкович; заявители: ЦНИИМ и ЭСХ Нечерноземной зоны СССР №1908736/30-15; заявл. 16.04.73; опубл. 05.11.77, Бюл. №41.
 7. А. с. 1192710 СССР, кл. А 01 F15/00. Матрица пресс-гранулятора / Ю.В. Подкозьин, М.И. Гельман и С.- Н.Э. Рузгас; заявители: Головной экспериментально-конструкторский институт по машинам для переработки травы и соломы №3752893/30-15; заявл. 21.06.84; опубл. 23.11.85, Бюл. №43.
 8. Пат. RU№170904U1, МПК В01J 2/20. Сборная матрица пресс-гранулятора / С.Н. Глаголев, М.В. Севостьянов, А.М. Гридчин, В.С. Севостьянов, А.В. Осокин, Е.А. Гиенко; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Белгородский ГТУ им. В.Г. Шухова» (RU). – №2016146930; заявл. 29.11.2016; опубл. 15.05.2017, Бюл. №14. 9 с.
 9. А. с. 975050 СССР, М. Кл. В 01J 2/20. Устройство для гранулирования пастообразных материалов / Б.Д. Вехтер, В.Н. Пашенко и В.А. Бабушкин; заявитель: Пермский политехнический институт №3230807/23-26; заявл. 04.01.81; опубл. 23.11.82, Бюл. №43.
 10. А. с. 426873 СССР, М. Кл. В 30b 3,02. Пресс-гранулятор / С. Е. Рузгас; заявитель: Головное специализированное конструкторское бюро по машинам для приготовления витаминизированных кормов №1837937/30-15; заявл. 16.10.72; опубл. 05.05.74, Бюл. № 17.
 11. Пат. RU№209159U1, МПК В01J 2/20. Прессовой гранулятор / Д.Т. Халиуллин, А.В. Дмитриев, Б.Г. Зиганшин, И.Р. Нафиков, Р.С. Пополдиев, М.А. Лушнов, М.Н. Калимуллин, И.С. Мухметшин; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО КГАУ. – 2021125128; заявл. 24.08.2021; опубл. 03.02.2022, Бюл. №4.
 12. А. с. SU 1018701 СССР, В01J 2/20. Устройство для гранулирования пластифицированных материалов / В.Н. Пашенко, О.В. Мамонов,

- В.А. Бабушкин и В.Н. Нечаев; заявитель: Пермский политехнический институт №3268883/23-26; заявл. 02.04.81; опубл. 23.05.83, Бюл. №19.
13. А. с. 939056 СССР, М. Кл. В01J 2/20. Устройство для гранулирования пастообразных материалов / О.В. Мамонов, В.Н. Пащенко и И.Ф. Олонцев; заявитель: Пермский политехнический институт №2743927/23-26; заявл. 22.02.79; опубл. 30.06.82, Бюл. № 24.
 14. А. с. SU 1768271 A1 СССР, В01J 2/20. Гранулятор / Н.М. Подгорнова; заявитель: ВНПО «Комбикорм» №4754153/26; заявл. 05.10.89; опубл. 15.10.92, Бюл. №38.
 15. Пат. RU 135539U1, МПКВ01J 2/20. Гранулятор волокнистых материалов / М. В. Севостьянов, Т. Н. Ильина, А. В. Осокин, В. С. Севостьянов, Р. А. Сабитов; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Белгородский ГТУ им. В. Г. Шухова». №2013130468/05; заявл. 02.07.2013; опубл. 20.12.2013, Бюл. №35.
 16. Пат. RU 193260 U1, МПК В01J 2/00. Гранулятор с водяным охлаждением / И. С. Акатов; заявитель и патентообладатель И.С. Акатов №2018134654; заявл. 01.10.2018; опубл. 21.10.2019, Бюл. № 30.
 17. Пат. RU 178127 U1, МПК В30В 15/30. Дозатор смешивающий пресс-гранулятора / А. Г. Сергеев; заявитель и патентообладатель ООО «Биоинвест» №2017136751; заявл. 18.10.2017; опубл. 23.03.2018, Бюл. №9.
 18. Черняев Н. П. Технология комбикормового производства – М.: Колос, 1992. – С.368: ил. – (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений).