

УДК 631.363.5:636.086.72

UDC 631.363.5:636.086.72

05.20.01 Технологии и средства механизации сельского хозяйства

05.20.01 Technology and mechanization of agriculture

**ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОИЗВОДСТВА БЕЛКОВЫХ КОРМОВ ИЗ СЕМЯН ПОДСОЛНЕЧНИКА НА МАЛЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ**

**PRODUCTION PROSPECTS FOR PROTEIN FEEDS MADE FROM SUNFLOWER SEEDS IN SMALL FARMING ENTERPRISES**

Припоров Игорь Евгеньевич  
канд. техн. наук, доцент  
SPIN-код автора: 4330-0224  
*ФГБОУ ВО Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, Краснодар, Россия, Краснодар, Россия*  
e-mail: [ya.krip10@ya.ru](mailto:ya.krip10@ya.ru)

Priporov Igor Evgenevich  
Candidate of technical sciences, associate professor  
SPIN-code: 4330-0224  
*FSBEI HE Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia*  
e-mail: [ya.krip10@ya.ru](mailto:ya.krip10@ya.ru)

Шепелев Анатолий Борисович  
канд. техн. наук, доцент  
SPIN-код автора: 1937-2241  
*ФГБОУ ВО Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, Краснодар, Россия, Краснодар, Россия*  
e-mail: [shepelevab@mail.ru](mailto:shepelevab@mail.ru)

Shepelev Anatoliy Borisovich  
Candidate of technical sciences, associate professor  
SPIN-code: 1937-2241  
*FSBEI HE Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia*  
e-mail: [shepelevab@mail.ru](mailto:shepelevab@mail.ru)

Минов Александр Николаевич  
Студент УВЦ1532  
*ФГБОУ ВО Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, Краснодар, Россия, Краснодар, Россия*  
e-mail: [ya.krip10@ya.ru](mailto:ya.krip10@ya.ru)

Minov Alexander Nikolaevich  
Student  
*FSBEI HE Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia*  
e-mail: [ya.krip10@ya.ru](mailto:ya.krip10@ya.ru)

Качество комбикормов является одним из основных факторов, определяющих развитие необходимых для страны отраслей. В связи с этим, большой интерес представляют экструзионные технологии переработки сырья растительного происхождения. Перспективность переработки растительного сырья с помощью термопластической экструзии обусловлена двумя основными причинами: во-первых, большим объемом и разнообразием продукции, производимой с помощью этой технологии, и, во-вторых, экономическим эффектом, который дает производство экструзионных продуктов за счет расширения потребительских свойств производимых кормов. Экструзионное оборудование не только расширяет ассортимент кормов, но и увеличивает занятость сельского населения в период межсезонья. Поэтому целью исследования является проведение оценки перспектив внедрения производства белковых кормов экструдерами из семян подсолнечника на малых сельскохозяйственных предприятиях. В ходе исследования применяли аналитический обзор и анализ опубликованной и патентной информации об технических средствах – экструдеры, применяемых для производства белковых кормов из семян масличных культур, таких как подсолнечник. Анализ литературных источников по работе существующей кормоприготовительной техники показал, что

The quality of feed is one of the main factors determining the development of industries necessary for the country. In this regard, extrusion technologies for processing raw materials of plant origin are of great interest. The prospect of processing plant raw materials using thermoplastic extrusion is due to two main reasons: first, the large volume and variety of products produced using this technology, and, secondly, the economic effect that gives the production of extrusion products by expanding the consumer properties of the feed produced. Extrusion equipment not only expands the range of feed, but also increases the employment of the rural population during the off-season. Therefore, the purpose of the study is to assess the prospects for the introduction of protein feed production by extruders from sunflower seeds in small agricultural enterprises. The study used an analytical review and analysis of published and patent information on technical means – extruders used for the production of protein feed from oilseeds, such as sunflower. The analysis of literature sources on the work of the existing forage preparation equipment showed that serial machines are metal-consuming, energy-consuming, used with low efficiency, due to technical and technological shortcomings. The analytical review of patent

серийные машины металлоемки, энергоемки, используются с низкой эффективностью, вследствие недостатков технического и технологического характера. Приведен аналитический обзор патентных источников экструдеров для приготовления комбикормов с целью выявления направления их развития и устранения недостатков существующих. Модернизация экструдеров по приготовлению комбикормов в патентной информации идет различными путями в зависимости от поставленной цели, что позволит повысить их производительность и качество белкового корма. Серийный выпуск технического оборудования для приготовления белкового корма позволяет конкурировать с зарубежной техникой. Поэтому разработка и совершенствование серийного отечественного оборудования для приготовления белкового корма из семян подсолнечника по функциональному назначению конкурентоспособны и существенно дешевле и позволяет снизить энергозатраты на их экструдирование, что является актуальной задачей

Ключевые слова: БЕЛКОВЫЙ КОРМ, СЕМЕНА ПОДСОЛНЕЧНИКА, МАЛЫЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ПРЕДПРИЯТИЯ, ЭКСТРУДЕР

sources of extruders for preparation of compound feeds for the purpose of identification of the direction of their development and elimination of shortcomings of the existing is given. Modernization of extruders for the preparation of feed in the patent information goes in different ways, depending on the goal, which will improve their productivity and quality of protein feed. Serial production of technical equipment for the preparation of protein feed allows you to compete with foreign technology. Therefore, the development and improvement of serial domestic equipment for the preparation of protein feed from sunflower seeds for functional purposes are competitive and significantly cheaper and can reduce energy costs for their extrusion, which is an urgent task

Keywords: PROTEIN FEED, SUNFLOWER SEEDS, SMALL AGRICULTURAL ENTERPRISES, EXTRUDER

**Doi: 10.21515/1990-4665-148-002**

Для решения народно-хозяйственной проблемы по обеспечению населения продуктами питания необходимо развитие сельскохозяйственного производства, что является важнейшей отраслью животноводства.

Известно, что откармливание животных осуществляется комбикормами, обеспечивающее использование питательных микроэлементов. В животноводстве используются прессованные комбикорма в гранулированном виде и брикетах. Проведенные эксперименты Спандиярова Е. позволяют увеличить привес животных на 6-10% и снизить их расход на 6%.

Использование комбикормов позволило создать крупные животноводческие комплексы. Однако выпуск высококачественных комбикормов сдерживается недостаточностью техникой, а применяемое

оборудование имеет недостатки, устранение которых является важной задачей [1].

Качество комбикормов является одним из основных факторов, определяющих развитие необходимых для страны отраслей, обеспечивающих население продуктами питания. При этом качество, сбалансированность и однородность комбикорма должны обеспечиваться современной технологией и организацией производства. В связи с этим, большой интерес представляют экструзионные технологии переработки сырья растительного происхождения.

Перспективность переработки растительного сырья с помощью термопластической экструзии обусловлена двумя основными причинами: во-первых, большим объемом и разнообразием продукции, производимой с помощью этой технологии, и, во-вторых, экономическим эффектом, который дает производство экструзионных продуктов за счет расширения потребительских свойств производимых кормов. Использование экструзии позволяет сделать процесс приготовления комбикорма легко контролируемым, универсальным по перерабатываемым полуфабрикатам и конечным продуктам.

Использование экструзионного оборудования для приготовления кормов эффективно, если развита инфраструктура кормоприготовления.

Экструзионное оборудование не только расширяет ассортимент кормов, но и увеличивает занятость сельского населения в период межсезонья.

Получаемые в результате экструзионной переработки продукты сложны по химическому составу и обладают комплексом различных свойств, которые составляют в совокупности качество продукции и должны быть учтены при расчете процессов и оборудования и их совершенствовании [2].

**Цель исследования** – провести оценку перспектив внедрения производства белковых кормов экструдерами из семян подсолнечника на малых сельскохозяйственных предприятиях.

**Материалы и методы исследования.** В ходе исследования применяли аналитический обзор [6, 7] и анализ опубликованной и патентной информации об технических средствах – экструдеры, применяемых для производства белковых кормов из семян масличных культур, таких как подсолнечник.

Для производства белковых кормов из семян подсолнечника применяются экструдеры.

Наиболее распространенные в России пресс-экструдеры КМЗ–2, КМЗ-2М и ПЭК-125×8-75 имеют производительность от 250 до 600 кг/ч.

Показатели работы экструдеров зависят от вида и состояния обрабатываемого зерна.

**Результаты исследования.** При экструдировании не измельченного зерна энергоемкость процесса несколько выше, чем при экструдировании измельченного, однако качество экструдата из целого зерна лучше [3].

Особые требования предъявляются к комбикормам для молодняка животных, ценных пород молоди рыб, домашних животных и др. Задача комбикормовой промышленности заключается в выработке такой продукции, которая сочетала бы в себе одновременно низкую цену и гарантированно высокое продуктивное действие. Однако на практике производители в борьбе за рынок либо вырабатывают продукцию на основе малоценного сырья в ущерб питательности, либо, используют дорогостоящие кормовые средства, которые повышают питательность комбикормов, но при этом удорожают продукцию.

Значительный вклад в развитие теории и практики комбикормового производства, а также совершенствование процессов и техники для него

внесли: Г.А. Егоров, Н.П. Черняев, В.А. Афанасьев, А.Я. Соколов, Д.Б. Демский и др. [4].

Анализ литературных источников по работе существующей кормоприготовительной техники показал, что серийные машины металлоемки, энергоемки, используются с низкой эффективностью, вследствие недостатков технического и технологического характера [5].

Проведем аналитический обзор патентных источников экструдеров для приготовления комбикормов с целью выявления направления их развития и устранения недостатков существующих (таблица).

Таблица – Аналитический обзор патентных источников экструдеров для приготовления комбикормов

№ п/п	№ Патента РФ	Техническая задача изобретения	Сущность изобретения
1	№ 2263 578	повышение эффективности и обеспечения стабильности процесса экструзии за счет значительного уменьшения обратного потока и повышения степени измельчения материала	пресс-экструдер, содержащий корпус основного привода с загрузочным бункером и питателем, составной шнек, цилиндрический корпус шнека, состоящий из разъемных частей, в месте соединения которых выполнены кольцевые проточки для жесткого закрепления в них кольца с внутренними пазами, направленными под углом к оси кольца в месте соединения составных частей шнека после кольца, жестко закрепленного в корпусе, установлено дополнительно жестко закрепленное на валу шнека кольцо с внешними пазами, направленными под углом к оси шнека.
2	№ 2266 821	повышение эффективности и обеспечение стабильности процесса экструзии при изменении технологических характеристик процесса и физико-механических	пресс-экструдер, содержащий корпус основного привода с загрузочным бункером и питателем, составной шнек, цилиндрический корпус шнека, состоящий из разъемных частей, в месте соединения которых

		свойств перерабатываемых материалов за счет возможности регулирования длины и высоты пазов кольца	выполнены кольцевые проточки для жесткого закрепления в них кольца с внутренними пазами, направленными под углом к оси кольца в кольцевую проточку, установлено кольцо регулируемой толщины, выполненное в виде нескольких колец и шайб, общая толщина которых равна ширине кольцевой проточки. В результате возникает возможность регулировать длину и высоту пазов сборного кольца в зависимости от технологических характеристик процесса и физико-механических свойств перерабатываемых материалов.
3	№ 2284914	повышение качества переработки продукта за счет интенсификации воздействия сжимающих усилий, вызывающих многократные сдвиговые деформации расплава экструдата, и расширения технологических возможностей экструдера по переработке исходного сырья	двухшнековый экструдер, содержащий секционный корпус с размещенными в нем с возможностью зацепления, вращения в противоположных направлениях и с образованием зон загрузки, сжатия, дозирования и гомогенизации с участками интенсивного сдвига и распределения продукта шнеками с винтовыми нарезками с одинаковым шагом и глубиной, в зонах загрузки, сжатия и дозирования винтовые нарезки шнеков имеют противоположные направления, в зоне гомогенизации винтовые нарезки шнеков имеют одинаковое направление, а в гребнях нарезки одного из шнеков в направлении, противоположном направлению его винтовой нарезки, выполнены пазы для прохода гребней винтовой нарезки другого шнека, новым является то, что: <ul style="list-style-type: none"> <li>- шнеки выполнены из наборных шнековых элементов, насаженных на сердечник, а в зоне гомогенизации на участке интенсивного сдвига шнеки состоят из последовательно повторяющихся шнековых элементов с винтовой нарезкой</li> </ul>

			<p>постоянного шага и глубины и нарезкой с пазами, а на участке распределения продукта - из шнековых элементов с винтовой нарезкой постоянного шага и глубины и пластифицирующих кулачков;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- отношение длин шнековых элементов на участке интенсивного сдвига определяется по формуле:</li> </ul> $m_i = L_2 / L_1,$ <p>где <math>L_1</math> - длина шнекового элемента с обратной нарезкой, м; <math>L_2</math> - длина шнекового элемента постоянного шага и глубины, м;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- в зоне дозирования шнек выполнен из шнековых элементов с винтовой нарезкой переменной толщины и цилиндроконического дорна;</li> <li>- двухшнековый экструдер снабжен формующим узлом для производства многослойных продуктов с начинкой, содержащим промежуточный диск, матрицу, каналообразователь, начинконаполнитель, состоящий из полого диска с трубкой для подвода начинки и формующей трубки, обтекатель предматричной зоны, представляющий собой усеченный конус с отверстиями для подачи расплава продукта в каналообразователь, образующий совместно с формующей трубкой начинконаполнителя коаксиальный канал, и насадку.</li> </ul>
4	№ 2294282	исключение пережога и полной гомогенизации получаемого продукта путем использования эффекта сложного сдвига в матрице	пресс-экструдер содержит корпус, установленный в нем шнек, выполненный заодно с наконечником, матрицу, втулку, на которой снята фаска, служащая входящей полостью в зазор, и формующую шайбу. Втулка и формующая шайба вставляются в матрицу. Наконечник шнека выполнен в виде цилиндра и образует с втулкой зазор, величину и ширину которого можно

			изменять путем замены одной втулки на другую.
5	№ 2299124	повышение качества продукта за счет использования более простой по конструкции формующей головки для экструдера, позволяющей получить продукт заданной формы	экструдер содержит корпус, шнек с приводом вращения, формующую головку с мундштуком и коническим дорном, снабженным валом, новым является то, что конический дорн выполнен сборным из двух частей, каждая из которых выполнена с возможностью регулирования направления и скорости вращения с помощью соосных валов и редуктора, причем один из валов выполнен сплошным и расположен в другом, выполненным полым, а мундштук имеет возможность совершать возвратно-поступательное движение вдоль оси экструдера с помощью реечного механизма, состоящего из зубчатого колеса и рейки, и шлицов, причем шлицы находятся на внутренней поверхности мундштука и в них расположены направляющие, жестко соединенные с поверхностью выходного конца корпуса экструдера, при этом форма направляющих на корпусе экструдера повторяет форму шлицов на мундштуке так, что направляющие входят в шлицевые пазы мундштука, а зубчатое колесо реечного механизма, жестко закрепленное на своем валу, находится в зацеплении с рейкой, жестко прикрепленной к мундштуку, что позволяет регулировать выходной зазор между внутренней конусной частью мундштука и наружной поверхностью дорна перемещением мундштука по направляющим с помощью рейки, приводя во вращение зубчатое колесо, причем углы конусности внутренней части мундштука и конического дорна подобраны так, чтобы зазор между ними имел

			форму конического кольцевого канала, а внешняя поверхность последней части дорна и внутренняя поверхность конусной части мундштука имеют накатку для получения продукта требуемой формы.
6	№ 2319424	получение высококачественного комбикорма из смеси зерновых компонентов с соевой окары	пресс-экструдер для приготовления комбикормов, включающий полый корпус с профилированной внутренней поверхностью и размещенный в корпусе с возможностью вращения шнека, при этом вал шнека выполнен конусообразным и на нем закреплен четырехперьевой нож, разделяющий корпус на зону смешивания с предварительным уплотнением и зону баротермической обработки материала, причем навивка шнека в зоне баротермической обработки имеет уменьшающийся шаг, кроме того, на выгрузном конце вала установлен формующий конус и измельчающий нож для измельчения конечного экструдата, а между полым корпусом и формующим конусом имеется регулируемый кольцевой зазор, предназначенный для выгрузки экструдата.
7	№ 2348531	получение минимального гарантированного зазора, снижающего утечку продукта при экструдировании на шнековых прессах и износ рабочих поверхностей	пресс-экструдер содержит корпус, установленный в нем шнек, выполненный заодно с наконечником, наконечник зафиксирован в подшипнике, закрепленном в корпусе, причем в наконечнике шнека выполнены радиальные и осевые каналы.
8	№ 2353522	повышение эффективности процесса экструзии и улучшения качества готовой продукции за счет гомогенизации перерабатываемого материала	пресс-экструдер содержит цилиндр с загрузочным отверстием, размещенный в цилиндре шнек с лопастями и выходной матрицей с фильерой, дополнительно снабжен, по крайней мере, одной матрицей с фильерами, жестко закрепленной к внутренней поверхности цилиндра, причем между этой матрицей и шнеком

			имеется зазор, а шнек выполнен составным.
9	№ 2354556	повышение эффективности, процесса экструзии и улучшение качества готовой продукции за счет гомогенизации перерабатываемого материала	пресс-экструдер содержит цилиндр с загрузочным отверстием, размещенный в цилиндре шнек с лопастями и выходную матрицу с фильерой, дополнительно снабжен, по крайней мере, одной матрицей с фильерами, жестко закрепленной на шнеке.
10	№ 2417892	регулировка давления в зоне прессования	в корпусе пресс-экструдера установлена матрица, в которую вставлен наконечник с подшипником для фиксации оси шнека, а на внутренней поверхности матрицы, вдоль образующих, выполнены каналы для вывода продукта из зоны прессования, частично перекрытые подшипником, причем матрица установлена с возможностью перемещения относительно корпуса и подшипника для регулировки выходных сечений каналов.
11	№ 2422274	повышение качества получаемых белковых текстуратов за счет регулирования термомеханического воздействия на обрабатываемый продукт	экструдер содержит корпус, шнек с приводом и ножом, калибрующую матрицу, новым является то, что на поверхности конусообразной части шнека, находящейся в матричной зоне экструдера, выполнены лопатки, имеющие в поперечном сечении форму параллелограмма и расположенные по окружностям с постепенно увеличивающейся высотой в каждом ряду, причем верхняя поверхность четных лопаток в каждом ряду выполнена плоской, а верхняя поверхность нечетных - с пазообразными, изогнутыми в сторону вращения вырезами, матрица экструдера состоит из двух разборных конусообразных частей, между которыми расположена нагревательная спираль, по оси конусообразной части шнека выполнено отверстие с резьбой для крепления радиально расположенного ножа.
12	№ 2491 170	повышение эффективности процесса экструзии и	пресс-экструдер содержит цилиндр с загрузочным отверстием,

		улучшение качества готовой продукции за счет гомогенизации перерабатываемого материала	размещенный в цилиндре шнек с лопастями и выходную матрицу с фильерой, дополнительно снабжен, по крайней мере, одним компрессионным затвором, жестко закрепленным на шнеке, имеющим форму усеченного конуса и имеющим одно или несколько ребер, которые могут иметь разные формы.
13	№ 2491171	повышение эффективности процесса экструзии и улучшение качества готовой продукции за счет гомогенизации перерабатываемого материала	пресс-экструдер содержит цилиндр с загрузочным отверстием, размещенный в цилиндре шнек с лопастями и выходную матрицу с фильерой, дополнительно снабжен, по крайней мере, одним компрессионным затвором, жестко закрепленным на шнеке, имеющим ступенчатую форму и имеющим одно или несколько ребер, которые могут иметь разные формы.
14	№ 2504473	возможность получения брикета цилиндрической формы, имеющего внутреннее цилиндрическое отверстие с радиально расположенными каналами в направлении периферии	шнековый пресс-экструдер для формования брикетов из опилок содержит станину, на которой смонтированы приемный бункер и корпус с матричным каналом, мундштуком и шнеком, установленным с возможностью вращения, причем мундштук выполнен с вкладышем цилиндрической формы с закрепленными радиально рассекателями, позволяет получать брикеты высокой плотности, имеющие большую удельную поверхность, причем мундштук может быть конической формы с углом конусности $6^\circ$ .
15	№ 2527087	улучшение качества корма при одновременном упрощении технологии их приготовления и хранения	способ приготовления кормов включает добавление минеральных веществ и измельченных высокобелковых зерновых концентратов в объемистую грубую кормовую массу с высоким содержанием клетчатки, их перемешивание и гранулирование, в качестве объемистой грубой кормовой массы берут некондиционную целлюлозу (отходы целлюлозно-бумажного производства), полученную после

			<p>делегнинизации древесины, а высокобелковые зерновые концентраты и минеральные добавки вводят в целлюлозу в виде пасты, при этом указанные компоненты измельчают и смешивают, добавляя консервант, причем гранулирование этой смеси осуществляют с одновременным ее нагреванием, прессованием и подсушиванием получаемых гранул, производя продавливание указанной смеси через конические прессовочные каналы и последующее охлаждение гранул в воздушном потоке.</p>
16	№ 2541020	<p>повышение производительности экструдера за счет введения в прессующий механизм конструктивных элементов, осуществляющих поршневое движение в рабочем пространстве шнекового прессующего механизма</p>	<p>пресс-экструдер включает цилиндрический корпус с формующей головкой и питателем и шнек на приводном валу, новым является то, что пресс-экструдер содержит, по крайней мере, один кривошипно-ползунный механизм со стойкой, соединенной с цилиндрическим корпусом. Ползун кривошипно-ползунного механизма выполнен в виде гильзы, расположенной между корпусом и шнеком. Ползун кривошипно-ползунного механизма выполнен в виде шнека и установлен с возможностью вращения в шатуне и продольного перемещения по приводному валу. На приводном валу и кривошипе кривошипно-ползунного механизма установлены конические зубчатые колеса, имеющие зацепление друг с другом. Пресс-экструдер содержит два кривошипно-ползунных механизма с общей осью вращения кривошипов и общим ползуном, а на кривошипах установлены конические зубчатые колеса, имеющие зацепление с коническим зубчатым колесом, расположенным на приводном валу, причем фазовый угол между кривошипами составляет 180°.</p>

Исходя, из анализа патентной информации экструдеров построим полигон и гистограмму их распределения (рисунок) и определим характер изменения данной кривой, что позволит спрогнозировать количество полученных патентов на изобретение по данной тематике.

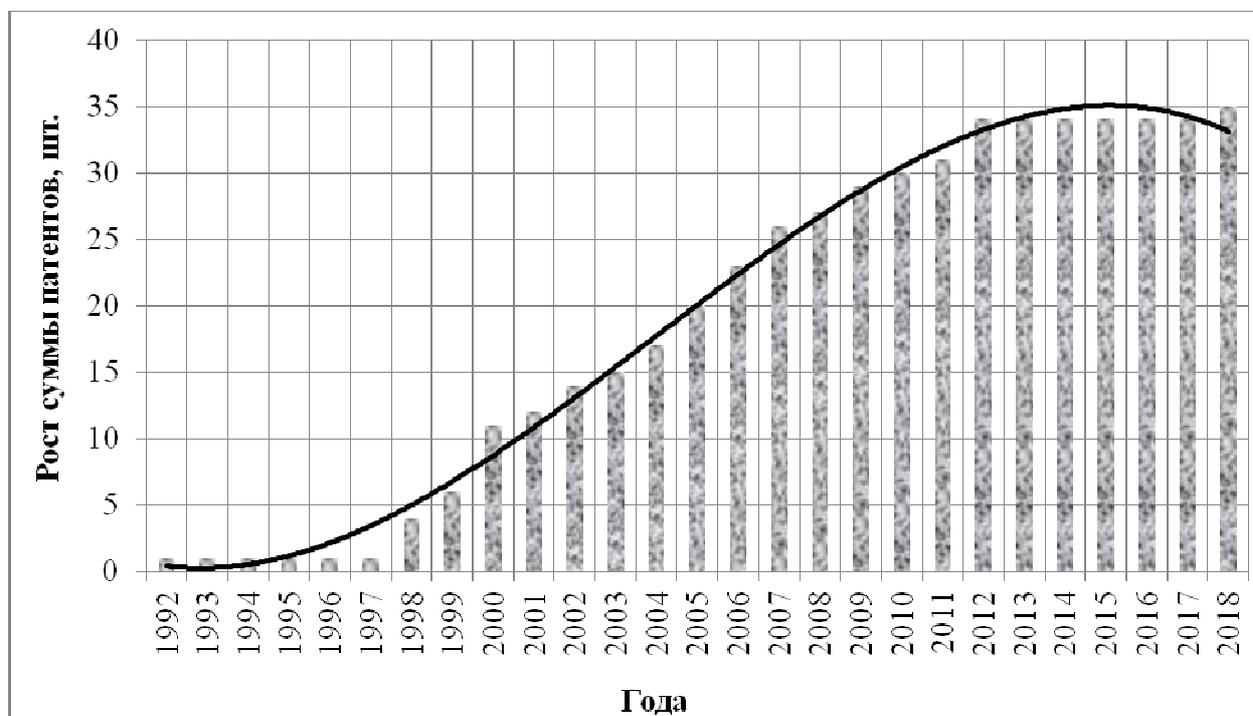


Рисунок – Полигон и гистограмма эмпирического распределения патентной информации экструдеров по приготовлению комбикорма

Анализ рисунка показывает, что с каждым годом количество патентов увеличивается по полиномиальному характеру до 2018 года, а в настоящее время они отсутствуют.

**Заключение.** Модернизация экструдеров по приготовлению комбикормов в патентной информации идет различными путями в зависимости от поставленной цели, что позволит повысить их производительность и качество белкового корма.

Серийный выпуск технического оборудования для приготовления белкового корма позволяет конкурировать с зарубежной техникой.

Поэтому разработка и совершенствование серийного отечественного оборудования для приготовления белкового корма из семян подсолнечника

по функциональному назначению для малых сельскохозяйственных предприятий должны быть конкурентоспособны и существенно дешевле и позволяет снизить энергозатраты на их экструдирование, что является актуальной задачей.

### Литература

1. Спандияров Е. Разработка и совершенствование процессов и оборудования производства комбикормов: автореф. дисс. д-ра техн. наук / Ерман Спандияров. – Москва: МГАПП, 1994. – 49 с.
2. Коротков В.Г. Синтез процессов и оборудования экструзионной технологии для приготовления комбикормов: автореф. дисс. д-ра техн. наук / Коротков Владислав Георгиевич. – Оренбург: ОГАУ, 2009. – 35 с.
3. Фролов В.Ю. Теоретические и экспериментальные аспекты разработки технологий и технических средств, приготовления концентрированных кормов на основе соевого белка: Монография. - Краснодар, 2010. – 140 с.
4. Василенко В.Н. Научное обеспечение процессов производства полнорационных коэкструдированных и экспандированных комбикормов: автореф. дисс. д-ра техн. наук / Виталий Николаевич Василенко. – Воронеж: ВГТУ, 2010. – 44 с.
5. Механико-технологическое обоснование процесса приготовления и раздачи прессованных кормов : монография / В. Ю. Фролов, Н. Ю. Сарбатова. – Краснодар : КубГАУ, 2015. – 112 с.
6. Припоров Е.В. Анализ факторов, влияющих на ширину полос технологической колеи // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 5 (61). С. 57-59.
7. Припоров Е.В. Технологическая колея и проблемы её создания // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 2 (64). С. 82-84.

### References

1. Spandiyarov E. Razrabotka i sovershenstvovanie processov i oborudovaniya proizvodstva kombikormov: avtoref. diss. d-ra tekhn. nauk / Erman Spandiyarov. – Moskva: MGAPP, 1994. – 49 s.
2. Korotkov V.G. Sintez processov i oborudovaniya ehkstruzionnoi tekhnologii dlya prigotovleniya kombikormov: avtoref. diss. d-ra tekhn. nauk / Korotkov Vladislav Georgievich. – Orenburg: OGAU, 2009. – 35 s.
3. Frolov V.YU. Teoreticheskie i ehksperimental'nye aspekty razrabotki tekhnologij i tekhnicheskikh sredstv, prigotovleniya koncentrirovannykh kormov na osnove soevogo belka: Monografiya. - Krasnodar, 2010. – 140 s.
4. Vasilenko V.N. Nauchnoe obespechenie processov proizvodstva polnoracionnykh koehkstrudirovannykh i ehkspandirovannykh kombikormov: avtoref. diss. d-ra tekhn. nauk / Vitalij Nikolaevich Vasilenko. – Voronezh: VGTU, 2010. – 44 s.
5. Mekhaniko-tekhnologicheskoe obosnovanie processa prigotovleniya i razdachi pressovannykh kormov : monografiya / V. YU. Frolov, N. YU. Sarbatova. – Krasnodar : KubGAU, 2015. – 112 s.
6. Priporov E.V. Analiz faktorov, vliyayushchih na shirinu polos tekhnologicheskoy kolei // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2016. № 5 (61). S. 57-59.

7. Priporov E.V. Tekhnologicheskaya koleya i problemy eyo sozdaniya // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2017. № 2 (64). S. 82-84.