

УДК 637.02.73

Аналитическая и экспериментальная оценка влияния момента трения кинематической пары нож-решетка на производительность измельчителя

Д-р техн. наук, проф. Пеленко В.В. pelenko@mail.ifmo.ru

Канд. техн. наук, доц. Зуев Н.А., Ольшевский Р.Г.

Университет ИТМО

191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9

канд. техн. наук, доц. Иваненко В.П.,

канд. техн. наук, доц. Крысин А.Г., vpi.vladimir@yandex.ru

Санкт-Петербургский государственный торгово-экономический университет

194021 Санкт-Петербург, ул. Новороссийская д. 50

Производство мясной продукции занимает значительную долю в общем потреблении продовольствия страны, при этом одним из основных, самых распространенных видов технических средств для переработки мясного сырья являются волчки. В последнее время устаревший парк машин пищевых предприятий России не пополняется мясоизмельчительным оборудованием собственного производства, а меняется на импортные дорогостоящие образцы, требующие оригинальных запасных частей, что всегда экономически не выгодно, особенно для технического класса среднего уровня сложности, каковыми являются модернизируемые системы. В связи с этим совершенствование отечественного пищевого оборудования и, в частности волчков, на базе последних теоретических и технико-технологических разработок, является чрезвычайно актуальным и своевременным. Исследования по данной тематике пищевой отрасли носят системный характер, отличаются высокой наукоёмкостью, что позволяет получать хорошие результаты при внедрении новых разработок в отечественное производство.

Ключевые слова: волчок, измельчение, мясо, математическая модель, кинематическая пара, решётка, нож, момент затяжки, энергоёмкость.

Analytical and experimental evaluation of the effect of the friction torque kinematic pair knife-lattice performance shredder

D.Sc. prof. Pelenko V.V., pelenko@mail.ifmo.ru

Ph.D. Zuev N.A., Olszewski R.G.

ITMO university

191002, St. Petersburg, Lomonosov St., 9

Ph.D. Ivanenko V.P., Ph.D. Krysin A.G. vpi.vladimir@yandex.ru

St. Petersburg state trade and economic university

194021 St. Petersburg, Novorossiyskayad St. 50

Meat production has a significant share of the total food consumption of the country, with one of the main, the most common types of equipment for processing of raw meat are tops. Recently outdated park

equipment food enterprises in Russia changed to import expensive equipment that requires spare parts, which always is not economically viable, especially for the mid-range of technical complexity. In this regard, the improvement of the domestic food processing equipment, and in particular tops, based on recent theoretical and technical-technological development, is extremely relevant and timely. Research on the subject of food industry are systemic in nature, are highly knowledge-intensive, which will get good results in the introduction of new developments in production.

Keywords: spinning, grinding, meat, mathematical model, kinematic pair, grill, knife, torque, power consumption.

Актуальность технического перевооружения процессов переработки сырья в пищевой промышленности РФ диктуется сегодня необходимостью повышения экономической эффективности и гарантией успешной деятельности предприятий отрасли. В настоящее время устаревающий парк оборудования пищевых производств заменяется, как правило, на дорогостоящую импортную технику, обслуживание которой и обеспечение запасными частями в большинстве случаев все более дорожает и ставит предприятия в прямую зависимость от диктата поставщика. Стратегически грамотное, экономически обоснованное переоснащение мясоперерабатывающей отрасли отечественным технологическим оборудованием должно стать главным направлением при формировании технической политики соответствующих институтов, предприятий и организаций.

В России качество разработки и объёмы выпуска мясоизмельчительного оборудования не находят пока должной реализации. Торговые салоны, магазины и выставки заполнены зарубежными образцами волчков и мясорубок, в то время как отечественные машиностроительные заводы не загружены заказами в полной мере. В силу указанных обстоятельств, развитие отечественного пищевого машиностроения на базе современных научных и инновационных технологических разработок и идей является весьма актуальным, что не в последнюю очередь касается и такого мясоперерабатывающего оборудования, как куттера, волчки и мясорубки.

Сформулированная позиция подкрепляется литературными данными об изменении соотношения между импортом и собственным производством мяса и мясopодуkтов в Российской Федерации.

Так, доля собственного производства мяса и мясopодуkтов в России к 2013 году поднялась по сравнению с 2007 годом с 40% до 67%, достигнув в 2013 году абсолютного максимума.

Последнее обстоятельство еще более обостряет рассматриваемую проблему развития мясной отрасли в целом и отечественного мясоперерабатывающего оборудования в частности.

Наибольшее распространение в процессах переработки мясного сырья нашли волчки, мясорубки и куттера.

Историческое название «мясорубка» закрепилось за домашними мясоизмельчителями небольшой производительности. Термином «волчок» называют промышленные высокопроизводительные измельчители мясного сырья. Куттера предназначены для тонкого измельчения мясного сырья.

До недавних пор мясорубки выполнялись из наиболее доступных по тому времени металлов - чугуна, простых сталей. В последние годы, с бурным развитием технического прогресса, комплектующие элементы мясорубок и волчков изготавливают из легированных сталей, алюминиевых сплавов, а также полимерных композиций. В течение всего исторического периода выпуска волчков и мясорубок постоянному совершенствованию подвергались механизмы измельчения, привод, появляются специальные ножи и измельчительные решетки. В конце XX века появляются агрегатированные мясорубки, объединяющие процессы измельчения, перемешивания и порционирования мясного сырья. Из простейшего механического устройства мясорубка превратилась в высокопроизводительный агрегат с рядом автоматических устройств, компьютерными программами управления, охлаждением

теплонапряженных рабочих зон, автоматической мойкой. Задача автоматизации таких систем по своей сложности может быть отнесена к области разработки искусственного интеллекта и поэтому требует привлечения специалистов смежных отраслей [20-25].

Измельчение мясного сырья – процесс энергоемкий и необратимый. Измельчение в мясорубках сопровождается уменьшением размера частей продукта, увеличением площади их поверхности, сжатием, перетираем, выделением сока, перемешиванием, трением кусков о стенки корпуса, трением кусков между собой, трением о поверхность шнека, трением деталей режущего механизма, повышением температуры, явлением «шлюзования» (обратный ток мясного сырья в зазоре между корпусом и шнеком). Ножи и решетки перетачиваются после каждых 20–30 часов работы, при этом становятся все тоньше, поэтому за год приходится неоднократно заказывать ремонтные комплекты и периодически менять их в процессе эксплуатации.

В рамках перспективной позиции, заключающейся в том, что нет ничего более практичного, чем хорошая теория, для минимизации параметров износа элементов волчков и корректного описания особенностей измельчения мясного сырья в мясоизмельчительном оборудовании необходима разработка корректной математической модели процесса измельчения.

I. Математическая модель процесса измельчения в волчках

Структурный анализ измельчительного оборудования показывает, что только основных параметров оптимизации его конструкции и процесса измельчения насчитывается более 20, а общее количество этих переменных приближается к 30 наименованиям. О необходимости разработки корректной математической модели расчета конструктивных элементов волчков и параметров процесса измельчения пищевых материалов свидетельствует неполнота освещения в литературе теории резания и деформации мясного сырья, её незавершенность [1-19, 26-36], а также недостаточное научное обоснование разрабатываемых вариантов волчков, подтверждаемое многообразием конструктивных особенностей существующей измельчительной техники.

Такое положение дел как раз и обусловлено тем объективным обстоятельством, что минимальное количество параметров, по которому необходимо осуществлять оптимизацию процесса измельчения (экструзии и резания) мясного или иного сырья в волчках достигает 20 и более.

Наиболее общим подходом, позволяющим учесть влияние на процесс измельчения максимального количества определяющих факторов, является энергетический. Прописывая математическую модель процесса в форме уравнения движения измельчаемого материала начиная от загрузочной камеры и до его истечения из выходной решетки после резания и переходя уравнению сохранения энергии, получим выражение для производительности волчка в зависимости от его основных конструктивных параметров [1, 2, 28].

Основными конструктивно-технологическими характеристиками волчка приняты параметры, соответствующие исходным данным работы [1].

Дополнительным, определяющим содержание и смысл данной публикации элементом уточненной математической модели, является момент затяжки гайки решетки $M_{зам}^p$, который предопределяет величину момента трения в паре нож-решетка $M_{тр}^{н-р} = f(M_{зам}^p)$, а так же ряд других технологических параметров (например температуру фарша).

Для описания процесса перемещения мясного сырья в цилиндре волчка и резания при продавливании через выходную решетку использовалось уравнение сохранения энергии в форме уравнения баланса мощностей. При этом в структуре сложных процессов экструзии и резания кроме

отмеченных в работе [1], выделена такая значимая компонента составляющих потерь мощности волчка, как мощность трения в кинематической паре нож-решетка.

Принимая за обобщённые координаты продольное перемещение X мясного сырья вдоль оси цилиндрического корпуса волчка и угловое перемещение ω вокруг этой оси, запишем, аналогично работе [1], уравнение сохранения энергии в каждый момент времени в следующем виде:

$$dV = \frac{M_{прив} - M_{тр}^{и.ок} - M_{нож}^{рез} - M_{нож}^{деф} - M_{тр}^{и.р}}{F_{рез}^{отв} + F_{тр}^{отв} + F_{тр}^{и.ос} + F_{тр}^{и.и} + F_{деф}^{мяс.}} d\omega. \quad (1)$$

Обобщенные силы и моменты имеют вид, прописанный в статье [1].

Момент сил трения в паре нож-решетка (дополнительный компонент):

$$M_{тр.}^{и.р} = f(M_{зат.}^P), \quad (2)$$

Где,

$M_{зат.}^P$ – момент затяжки гайки выходной решетки, Н*м

Считая обобщенные силы независимыми от обобщенных скоростей, после интегрирования выражения (1) получим:

$$V = \frac{M_{прив} - M_{тр}^{и.ок} - M_{нож}^{рез} - M_{нож}^{деф} - M_{тр}^{и.р}}{F_{рез}^{отв} + F_{тр}^{отв} + F_{тр}^{и.ос} + F_{тр}^{и.и} + F_{деф}^{мяс.}} \omega \quad (3)$$

Записывая уравнение движения сырья в процессе его подачи внутри цилиндрического корпуса шнековым механизмом и резания многоперьевым ножом, а также учитывая диссипативные потери энергии на трение и деформацию, получаем выражение (4) для производительности волчка в зависимости от его основных конструктивных и технологических параметров.

$$Q = \rho \frac{M_{прив} - M_{тр}^{и.ок} - M_{нож}^{рез} - M_{нож}^{деф} - M_{тр}^{и.р}}{F_{рез}^{отв} + F_{тр}^{отв} + F_{тр}^{и.ос} + F_{тр}^{и.и} + F_{деф}^{мяс.}} * \frac{\pi d^2}{4} n * \left[1 - \frac{4m_{дез}}{\pi(D_n + D_6)} \right] * \omega \quad (4)$$

Таким образом, удалось создать уточненную (сравни с работой [1]) математическую модель функционирования волчка, устанавливающую зависимость производительности измельчительно-режущего оборудования от более, чем 20 влияющих факторов - физико-механических характеристик мясного сырья и основных конструктивных параметров волчка, включая наиболее энергоемкий – момент трения в кинематической паре нож-решетка.

II. Результаты экспериментального определения затрат мощности на преодоление момента затяжки выходной решетки волчка

Как известно [1, 2, 3, 5, 10, 28], кроме полученной модели (4), существуют различные варианты расчета производительности и других параметров волчков и мясорубок:

- по пропускной способности режущего механизма,
- через коэффициент заполнения объема витков шнека продуктом,
- через режущую способность механизма, и иные.

Эти расчеты непрерывно уточнялись, дополнялись и видоизменялись. Однако в них не учитывалось влияние момента затяжки гайкой выходной решетки волчка на производительность процесса измельчения и потери мощности, а также и другие факторы. Хотя, как показывают материалы исследований, приведенные в работах [30-49], отдельные аспекты сформулированной проблемы в литературе освещаются, однако системного решения задачи создания замкнутой математической модели процесса функционирования волчков не дано.

Из полученного нами соотношения (4) следует, что производительность и энергосиловые показатели функционирования волчков и мясорубок зависят от мощности двигателя, диаметра измельчительных решеток, диаметра отверстий в решетках, числа отверстий и геометрии их расположения, толщины решеток, геометрии заточки лезвия ножа, формы лезвийной кромки, числа лезвий, ширины лезвий, чистоты обработки рабочих поверхностей, физико-механических (реологических) показателей сырья, скорости вращения шнека и, в том числе, от **момента силы затяжки гайки решетки**. Величина момента затяжки весьма существенно влияет на температурные, энергетические параметры процесса измельчения и качественные характеристики мясного сырья [33, 35], поэтому нами были проведены натурные эксперименты по количественной оценке этого воздействия.

На рисунке 1 приведена фотография экспериментальной установки для определения влияния момента затяжки на энергетические и тепловые параметры процесса измельчения мясного сырья в волчках.

Измерение температуры режущей пары нож-решетка, а также величины потребляемой волчком мощности осуществлялось с использованием цифрового профессионального мультиметра «МАСТЕР PROFESSIONAL» M-890G⁺ (Метод измерения - АЦП с двойным интегрированием). Относительная погрешность измерения реальной мощности по величине силы тока (до 1А) -1%, для предела шкалы прибора – 0,05%. Абсолютная погрешность измерения мультиметром температуры составляет 1°С, при относительной погрешности для реальных значений 0,5%.

Количественное значение момента затяжки режущей пары нож-решетка гайкой корпуса устанавливалось посредством моментной отвертки «PROXXSON QUALITY INSPEKTION №08257 M13» с пределом измерения 10 Н*м, шагом 0,1 Н*м при абсолютной погрешности измерения 0,05 Н*м, и относительной погрешности прибора не выше 1%.

На рисунке 2 представлены результаты экспериментального исследования прироста температуры ΔT режущего узла нож-решетка волчка в зависимости от момента затяжки гайки $M_{зат}^P = M_{зат}$ и времени работы τ . Из графика видно, что с увеличением момента затяжки гайки от 1,0 до 10 Н*м прирост температуры режущего узла увеличивается от 1,5 до 7 °С за 60 секунд работы.

На рисунке 3 приведены экспериментальные данные по увеличению потребляемой мощности при различной затяжке гайки, связанному с преодолением сил трения в паре нож - решетка.

Момент трения в паре нож – решетка, как следует из полученного графика, при различных усилиях затяжки гайки может составлять до 30% общих затрат энергии на процесс измельчения.



Рис.1. Установка для определения влияния момента затяжки на энергетические и тепловые параметры процесса измельчения в волчках

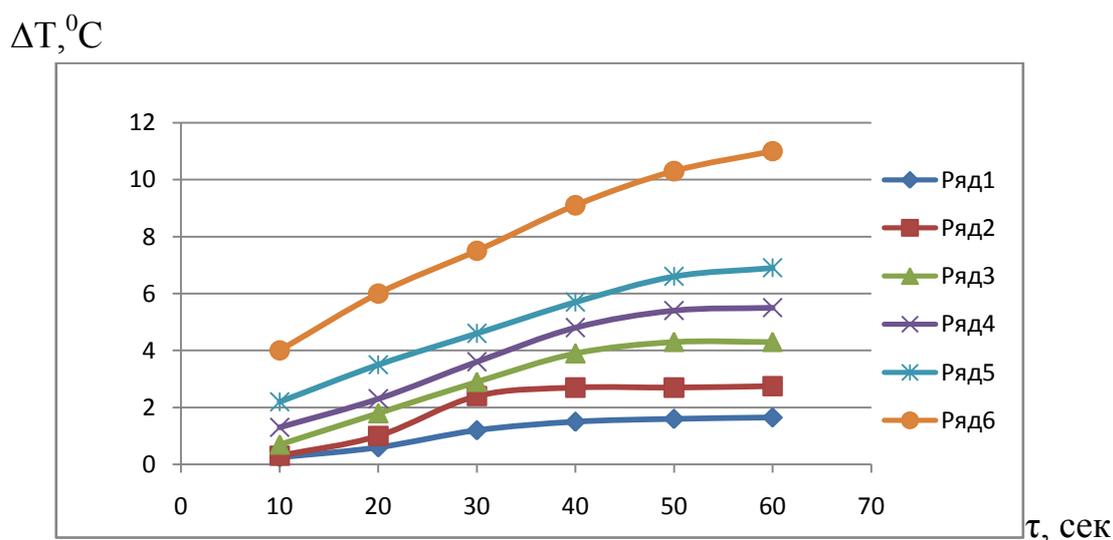


Рис. 2. График зависимости прироста температуры ΔT режущего узла волчка от момента затяжки гайки $M_{зат.}$ и времени работы τ : ряды: 1- 1,0 Н*м; 2- 2 Н*м ; 3- 3 Н*м ; 4- 4 Н*м ; 5- 5 Н*м ; 6- 10 Н*м

Как известно из практики и литературных источников, [2, 5, 7, 11, 17,22] технология затяжки гайки сводится в настоящее время только лишь к качественному действию, без его количественной оценки, идентификации и нормирования - зажать гайку до упора, после чего отвернуть на четверть оборота назад. Количественно реальный, достигнутый момент затяжки $M_{зат.}^p$, а тем более момент трения в кинематической паре нож-решётка $M_{тр.}^{n-p} = f(M_{зат.}^p)$ не определён.

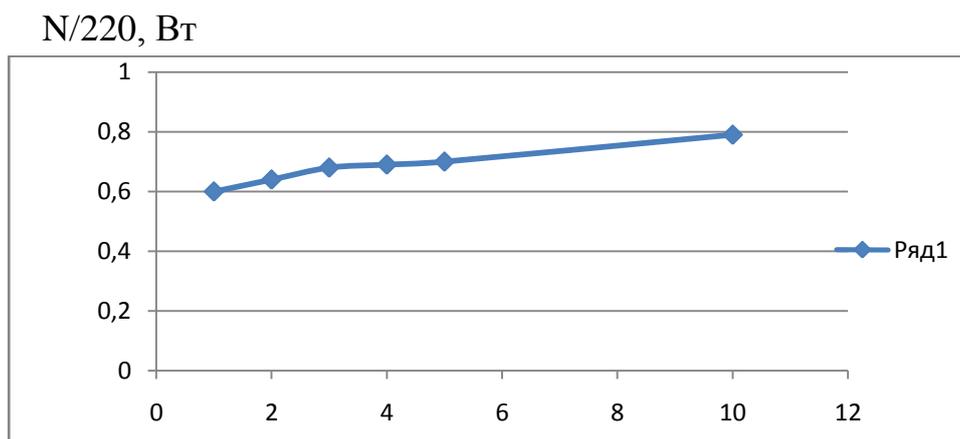


Рис.3. График зависимости $\Delta I = f(M_{зат.})$

На основе разработанной математической модели (15) и полученных экспериментальных данных (рисунки 6 и 7) имеется возможность учета этого значимого фактора на энергетику процесса измельчения.

Важность регламентации момента затяжки гайки связана со следующими существенными обстоятельствами:

1 - с возможностью устранения опасности перегрева продукта и его недопущения;

2 - с необходимостью обеспечения минимального усилия, обеспечивающего такое давление в зоне контакта режущей пары нож - решетка, которое исключает возможность проникновения мясных волокон между элементами этой пары и не допускает возможного явления расклинивания;

3 - с созданием условий равенства деформационного прогиба решетки и ножа, что обеспечивает в плоскости их взаимодействия равномерное распределение внутренних контактных усилий. В этом случае при напряжениях выше предела прочности волокон мясного сырья происходит равномерный и минимальный взаимный износ решетки и ножа, а так же постоянно качественное по длине лезвия ножа резание мясного сырья, без его мятая, отжима жидкой фазы и расклинивания режущей пары.

Список литературы

1. Пеленко В. В.и др. Разработка математической модели процесса измельчения мясного сырья в волчках / Пеленко В.В., Арет В.А., Кайка А.Х., Тарабановский Ф. Б., Ольшевский Р.Г., Бобров С.В., Зуев Н.А. // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». 2013. №2.
2. Бредихин С.А. Технологическое оборудование для мясокомбинатов – М.: ..Колос, 1994. – 324 с.
3. Горбатов В.М. Справочник по оборудованию предприятий мясной промышленности / В.М. Горбатов, И.А. Лагоша. – Ч. 1 и 2. – М. : Пищепромиздат, 1965.– 530 с.
4. Горбатов А.В. Реология мясных и молочных продуктов / А.В. Горбатов. – М.: Пищепромиздат, 1979. – 384 с.
5. ГОСТ 28532 – 90 Волчки. Общетехнические требования. М. Госкомитет СССР по управлению качеством продукции и стандартизации. 1990. – С. 5.
6. ГОСТ 28533 – 90 Режущий инструмент волчка. Типы, основные размеры и технические требования. М. Изд-во стандартов. 1990. – С. 5
7. ГОСТ 20469 – 95 Электромясорубки бытовые. Технические условия. Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. Минск. Изд-во стандартов. 1998. – 17 с.

8. ГОСТ 12.2 135 – 95 Оборудование для переработки продукции в мясной и птицеперерабатывающей промышленности. Общие требования безопасности, санитарии и экологии. Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. Минск. Изд-во стандартов. 1995. – 51 с.
9. ГОСТ 30146 – 95 Машины и оборудование для производства колбасных изделий и мясных полуфабрикатов. Общие технические условия. Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. Минск. Изд-во стандартов. 1995. – 9 с.
10. *Даурский А.Н., Мачихин Ю.А.* Резание пищевых материалов. – М. Пищевая промышленность. 1980. – 240 с.
11. *Ивашов В.И.* Оборудование для переработки мяса / В.И. Ивашов, –СПб. : ГИОРД, 2007 Т.1 и 2 760 с.
12. *Лонцин М., Мерсон Р.* Основные процессы пищевых производств. Перевод с английского. М.: Легкая и пищевая пр-ть 1983/ - 377 с.
13. Машины и аппараты пищевых производств. / С.Т.Антипов [и др.] – Ч. 1 и 2. М. : Изд. «Высшая школа», 2001 – 1384 с.
14. Новое мясное дело. Специализированное издание по вопросам производства, техники и менеджмента в мясной пр-ти. Изд-во Hans Holzmann. Германия. 2006. № 1- 6.
15. *Остриков А.Н., Абрамов О.В., Рудометкин А.С.* Экструзия в пищевой промышленности. – СПб.: ГИОРД, 2004. – 288 с.
16. *Островский Э.В.* Краткий справочник конструктора продовольственных машин. – М.: Агропромиздат, 1986. – 616 с.
17. *Пелеев А.И.* Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности / А.И. Пелеев. – М. : Пищепромиздат, 1971. –518 с.
18. *Рогов И.А.* Технология и оборудование мясоконсервного производства. – М.: Колос. 1994. – 270 с.
19. РТМ27-72-15-82.Машины и оборудование продовольственные. Порядок применения металлов, синтетических и других материалов, контактирующих с пищевыми продуктами и средами. М.: Министерство машиностроения для лёгкой и пищевой промышленности и бытовых приборов. 1983. – 100 с.
20. Smirnov A. Artificial intelligence: Concepts and Applicable Uses. Lambert Academic Publishing. – 2013.
21. Smirnov A., Vorobiev S., Abraham A. The Potential Effectiveness of the Detection of Pulsed Signals in the Non-Uniform Sampling. ISDA 2013 Proceedings. IEEE, 2013.
22. Smirnov A. Creating utility – based agent using POMDP and MDP // Ledentsov Readings. – 2013. – С. 697.
23. Smirnov A. Modeling improved POS tagger using HMM. – 2013.
24. Smirnov A. Describing how the data obtained from DEA services is being used nowadays// Электронный научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Экономика и экологический менеджмент». – 2014.
25. *Смирнова Г.П., Смирнов А.А., Буркацкая О.А.* Сравнительный анализ развития малого предпринимательства с СЗФО РФ.: Lambert Academic Publishing. – 2011.
26. Сфера. Мясо. Мясопереработка. №3(29) 2006. Информационно-аналитический журнал.- С.Петербург. 2006. 73 с.
27. *Фатыхов Ю., Канопка Л.* Экструзионные технологии пищевых производств. - Латвия. Вильнюс. ВТУ. 2007. - 88 с.

28. *Чижикова Т.В.* Машины для измельчения мяса и мясных продуктов / Т.В.Чижикова. — М. : Легкая и пищевая пром-сть, 1982. — 302 с.
29. Food Engineering Principles and Selected Application. London, ACADEMIC PRESS, 1979. - 377 с.
30. Способ определения коэффициента трения мясного сырья // Патент на изобретение №2380686, РФ, МПК G01N 19/02; / Пеленко В.В., Арет В.А., Зуев Н.А., Азаев Р.А.; заявл.26.12.2008; опубл.27.01.20104; Бюл. №3.
31. *Работнов Ю.Н.* Механика деформируемого твердого тела. - М.: Наука, 1979. - 744 с.
32. *Андрющенко А.Г.* Исследование эксплуатационных и конструктивных параметров волчков малой производительности с целью их совершенствования / Автореф. дисс. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук. – М.: Московский технологический институт мясной и молочной промышленности, 1979.
33. *Клименко М.Н.* Исследование процесса резания мяса лезвием / Автореф. дисс. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук. – М.: Московский технологический институт мясной и молочной промышленности, 1966.
34. *Горлач Р. В.* Оптимизация состава и технологии производства стале́й мясоизмельчительных комплексов / Автореф. дисс. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук. – СПб.: Санкт-Петербургский государственный университет низкотемпературных и пищевых технологий, 2003.
35. *Андреанов А.С.* Повышение надежности измельчителей мяса (волчков) на основе анализа технологических и эксплуатационных воздействий / Автореф. дисс. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук. – М.: Московский технологический институт мясной и молочной промышленности, 1982.
36. *Горяев В.В.* Совершенствование конструкций и методики расчета режущего механизма волчков / Автореф. дисс. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук. – М.: Московский технологический институт мясной и молочной промышленности, 1989.
37. *Пеленко В.В., Зуев Н.А., Азаев Р.А., Янцевич А.А., Ольшевский Р.Г., Кузьмин В.В.* О необходимости развития отечественного машиностроения для мясопереработки // «Процессы и аппараты пищевых производств». 2008. №1.
38. *Пеленко В.В.* Мясоперерабатывающее оборудование отечественного производства для средних и малых предприятий [Текст] / Азаев Р.А., Зуев Н.А., Ольшевский Р.Г. и др. / Развитие теории и практики создания оборудования для переработки пищевой продукции / Межвуз. сб. науч. тр., ч.2. – СПб.: СПбГУНиПТ, 2005. С. 3 – 10.
39. *Пеленко В.В., Кузьмин В.В., Морозов Е.А., Азаев Р.А., Ольшевский Р.Г.* Оптимизация параметров оборудования для переработки мясного сырья // Известия ВУЗов. Пищевая технология. № 5-6, 2008. с. 84–86.
40. *Пеленко В.В.* Расчет параметров процесса отрыва реберной кости от соединительной ткани мясной основы [Текст] / В.В.Пеленко, Н.А.Зуев, Р.А.Азаев, и др. // Ресурсосберегающие технологии и оборудование пищевой промышленности: Межвуз. Сб. науч. тр., – СПб.: СПбГУНиПТ, 2006. – С.48-54.
41. *Пеленко В.В.* Учет сдвиговых деформаций в математической модели процесса обвалки реберного мяса [Текст] / В.В.Пеленко, Р.А. Азаев, Е.И.Вербо́лоз, А.Г.Крысин, Р.А.Азаев, и др. // Ресурсосберегающие технологии и оборудование пищевой промышленности: Межвуз. Сб. науч. тр., – СПб.: СПбГУНиПТ, 2006. – С.55-61.
42. *Пеленко В.В., Кузьмин В.В.* Оптимизация формы режущей кромки лезвия ножа для волчка при измельчении охлажденного или дефростированного мясного сырья.-М.: Известия ВУЗов. Пищевая технология, №1, 2009.- с.95-96.
43. *Пеленко В.В., Кузьмин В.В., Морозов Е.А., Азаев Р.А., Ольшевский Р.Г.* Оптимизация параметров оборудования для переработки мясного сырья.-М.: Известия ВУЗов. Пищевая технология. №5-6, 2008.-с.84-86.

44. Пеленко В.В., Зуев Н.А., Азаев Р.А. Оптимизация параметров оборудования для обвалки реберного мяса / Проблемы совершенствования холодильной техники и технологии: Сборник научных трудов. Выпуск 4. – М.: МГУПБ, 2008. – с.162-167.

45. Пеленко В.В., Гусев Б.К., Ширишиков А.М. Определение и обоснование методов оптимизации механических систем / Вестник Красноярского государственного аграрного университета: межвуз. сб. науч. тр. – Красноярск, Крас ГАУ №5, 2008. – с.310-312.

46. Пеленко В.В., Гусев Б.К., Ширишиков А.М. Содержание и форма новых критериев оптимизации механических систем / Вестник Красноярского государственного аграрного университета: межвуз. сб. науч. тр. – Красноярск, Крас ГАУ №6, 2008. – с.10-12.

47. Пеленко В.В., Арет В.А., Гусев Б.К., Пеленко Ф.В. Течение вязкопластических нелинейных сред с пограничным проскальзыванием / Вестник Красноярского государственного аграрного университета: межвуз. сб. науч. тр. – Красноярск, Крас ГАУ, №2, 2008.- с. 54-57.

48. Пеленко В.В., Зуев Н.А., Ольшевский Р.Г., Азаев Р.А., Шибанов А.И., Кузьмин В.В. Обзор зарубежных волчков и смесителей для мясопродуктов // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». 2008. №1.

49. Пеленко В.В., Зуев Н.А., Ольшевский Р.Г., Азаев Р.А., Кузьмин В.В. Фундаментальные особенности процесса резания пищевых продуктов лезвийным инструментом // «Процессы и аппараты пищевых производств». 2008. №1.

50. Панфилов В.А. Технологические линии пищевых производств. – М.: Колос, 1993. - 288 с.

51. Ивашов В.И. Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности: учеб. / В.И. Ивашов. - СПб.: ГИОРД, 2010. – 736 с.

References

1. Diaper B. of V., etc. Development of mathematical model of process of crushing of meat raw materials in Tops / Pelenko V. V., Aret V.A., Kayka A.Kh., Tarabanovsky F. B., Olszewski R. G., Beavers S.V., Zuyev N. A.//*NIU ITMO scientific magazine. "Processes and Devices of Food Productions" series.* 2013. No. 2.

2. Bredikhin S. A. Processing equipment for meat-processing plants – М.: Ear, 1994. – 324 pages.

3. Gorbatov V. M. Reference book on the equipment of the enterprises of the meat industry / V. M. Gorbatov, I.A. Lagosha. – Ch. 1 and 2. – М.: Pishchepromizdat, 1965. – 530 p.

4. Gorbatov of A.V. Reologiya of meat and dairy products / A.V. Gorbatov. – М.: Pishchepromizdat, 1979. – 384 p.

5. GOST 28532 – 90 Tops. All-technical requirements. М. Goskomitet of the USSR on product quality control and standardization. 1990. – P. 5.

6. GOST 28533 – 90 Cutting top tool. Types, main sizes and technical requirements. М. Izd-vo of standards. 1990. – P. 5

7. GOST 20469 – 95 Elektromyazorubki household. Specifications. Interstate council for standardization, metrology and certification. Minsk. Publishing house of standards. 1998. – 17 p.

8. GOST 12.2 135 – 95 Equipment for processing of production in the meat and pitsepererabatyvayushchy industry. General safety requirements, sanitation and ecology. Interstate council for standardization, metrology and certification. Minsk. Publishing house of standards. 1995. – 51 p..

9. GOST 30146 – 95 Cars and the equipment for production of sausages and meat semi-finished products. General specifications. Interstate council for standardization, metrology and certification. Minsk. Publishing house of standards. 1995. – 9 p..
10. Daursky A.N., Machikhin Yu.A. Cutting of food materials. – M. *Food industry*. 1980. – 240 p..
11. Ivashov of V. I. Oborudovaniye for processing of meat / V. I. Ivashov, – SPb.: GIOR, 2007 T.1 and 2 760 p..
12. Lontsin M., Merson River. Main processes of food productions. Translation from English. M.: Easy and food the ave 1983/-377 p..
13. Machines and devices of food productions. / S. T. Antipov [etc.] – Ch. 1 and 2. M.: Prod. "Higher school", 2001 – 1384 p..
14. New meat business. The specialized edition concerning production, equipment and management in a meat pr-ta. Publishing house of Hans Holzmann. Germany. 2006. No. 1 - 6.
15. Ostrikov A.N., Abramov O. V., Rudometkin A.S. Extrusion in the food industry. – SPb.: GIOR, 2004. – 288 p..
16. Ostrovsky E.V. Short reference book of the designer of food cars. – M.: Agropromizdat, 1986. – 616 pages.
17. Peleev A.I. Processing equipment of the enterprises of the meat industry / A.I. Peleev. – M.: Pishchepromizdat, 1971. –518 p..
18. I.A. Tekhnologiya's horns and equipment of meat-packing production. – M.: Ear. 1994. – 270 pages.
19. PTM27-72-15-82. Cars and equipment the food. An order of use of metals, the synthetic and other materials contacting to foodstuff and Wednesdays. M.: Ministry of Machine Building for Light and Food Industry and Household Appliances. 1983. – 100 p..
20. Smirnov A. Artificial intelligence: Concepts and Applicable Uses. Lambert Academic Publishing. – 2013.
21. Smirnov A., Vorobiev S., Abraham A. The Potential Effectiveness of the Detection of Pulsed Signals in the Non-Uniform Sampling. ISDA of 2013 Proceedings. IEEE, 2013.
22. Smirnov A. Creating utility – based agent using POMDP and MDP//Ledentsov Readings. – 2013. – C. 697.
23. Smirnov A. Modeling improved POS tagger using HMM. – 2013.
24. Smirnov A. Describing how the data obtained from DEA services is being used nowadays//*NIU ITMO Electronic scientific magazine. "Economy and Ecological Management" series*. – 2014.
25. Smirnova G. P., Smirnov A.A., Burkatskaya O. A. The comparative analysis of development of small business with the Northwest federal district the Russian Federation.: Lambert Academic Publishing. – 2011.
26. Sphere. Meat. Meat processing. No. 3(29) 2006. Information and analytical magazine. - St. Petersburg. 2006. 73 p..
27. Fatykhov Yu., Kanopka L. Extrusive technologies of food productions. - Latvia. Vilnius. VTU. 2007. - 88 p..
28. Chizhikova T.V. Cars for crushing of meat and meat products/T. V. Chizhikova. — M.: Easy and food prom-st, 1982. — 302 p..
29. Food Engineering Principles and Selected Application. London, ACADEMIC PRESS, 1979. - 377 with.
30. A way of determination of coefficient of friction of meat raw materials//Patent on the invention No. 2380686, the Russian Federation, MPK G01N 19/02; / B.B. diaper, Aret V.A., Zuyev N. A., Azayev R. A.; zayavl.26.12.2008; opubl.27.01.20104; Bulletin No. 3.

31. Rabotnov of Yu.N. Mekhanik of a deformable solid body. - M.: Science, 1979. - 744 p..
32. Andryushchenko A.G. Research of operational and design data of tops of a small prizvoditelnost for the purpose of their improvement / Avtoref. yew. on соиск. уч. step. Cand.Tech.Sci. – M.: Moscow institute of technology of the meat and dairy industry, 1979.
33. Klimenko M. N. Research of process of cutting of meat edge / Avtoref. yew. on соиск. уч. step. Cand.Tech.Sci. – M.: Moscow institute of technology of the meat and dairy industry, 1966.
34. Горлач R. V. Optimization of structure and production technology staly myasoizmelchitelnykh complexes / Avtoref. yew. on соиск. уч. step. Cand.Tech.Sci. – SPb.: St. Petersburg State University of low-temperature and food technologies, 2003.
35. Andrianov A.S. Increase of reliability of grinders of meat (tops) on the basis of the analysis of technological and operational influences / Avtoref. yew. on соиск. уч. step. Cand.Tech.Sci. – M.: Moscow institute of technology of the meat and dairy industry, 1982.
36. Goryaev V. V. Improvement of designs and a method of calculation of the cutting mechanism tops / Avtoref. yew. on соиск. уч. step. Cand.Tech.Sci. – M.: Moscow institute of technology of the meat and dairy industry, 1989.
37. B.B. diaper, Zuyev N. A., Azayev R. A., Yantsevich A.A., Olszewski R. G., Kuzmin V. V. About need of development of domestic engineering industry for meat processing//"*Processes and devices of food productions*". 2008. No. 1.
38. V. V diaper. Meat-processing equipment of a domestic production for medium-sized and small enterprises [Text] / Azayev R. A., Zuyev N. A., Olszewski R. G., etc. / Development of the theory and practice of creation of the equipment for processing of food products / Interhigher education institution. ch.2. – SPb.: СПбГУНиПТ, 2005. P.3 – 10.
39. B.B. diaper, Kuzmin V. V., Morozov E.A., Azayev R. A., Olszewski R. G. Optimization of parameters of the equipment for processing of meat raw materials//News of HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS. Food technology. No. 5-6, 2008. P. 84-86.
40. V. V diaper. Calculation of parameters of process of a separation of a costal bone from connecting fabric of a meat basis [Text] / V. V. Pelenko, N. A. Zuyev, R.A.Azayev, etc.//Resource-saving technologies and the equipment of the food industry: Interhigher education institution.– SPb.: 2006. – P. 48-54.
41. V. V diaper. The accounting of shift deformations in mathematical model of process of a boning of costal meat [Text] / V. V. Pelenko, R. A. Azayev, E.I.Verboloz, A. G. Krysin, R.A.Azayev, etc.//Resource-saving technologies and the equipment of the food industry: Interhigher education institution.– SPb.: 2006. – P. 55-61.
42. B.B. diaper, Kuzmin V. V. Optimization of a form of the cutting knife blade edge for a top when crushing of the cooled or defrostirovanny meat raw materials. - M.: News of HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS. Food technology, No. 1, 2009. – p. 95-96.
43. B.B. diaper, Kuzmin V. V., Morozov E.A., Azayev R. A., Olszewski R. G. Optimization of parameters of the equipment for processing of meat raw materials. - M.: News of HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS. Food technology. No. 5-6, 2008. – p. 84-86.
44. B.B. diaper, Zuyev N. A., Azayev R. A. Optimization of parameters of the equipment for a boning of costal meat / Problem of improvement of refrigerating equipment and technology: Collection of scientific works. Release 4. – M.: MGUPB, 2008. – p.162-167.
45. B.B. diaper, Gusev B. K. Shirshikov A.M. Definition and justification of methods of optimization of mechanical systems / Bulletin of Krasnoyarsk state agricultural university: interhigher education institution. сб. науч. тр. – Krasnoyarsk, Crassus GAU No. 5, 2008. – p. 310-312.

46. B.B. diaper, Gusev B. K. Shirshikov A.M. Contents and form of new criteria of optimization of mechanical systems / Bulletin of Krasnoyarsk state agricultural university: interhigher education institution. сб. науч. тр. – Krasnoyarsk, Crassus GAU No. 6, 2008. – p. 10-12.

47. B.B. diaper, Aret V.A. Gusev of B. K. Pelenko of F.V. Techeniye of visco-plastic nonlinear environments with boundary slipping / the Bulletin of Krasnoyarsk state agricultural university: interhigher education institution. сб. науч. тр. – Krasnoyarsk, Crassus of GAU, No. 2, 2008. – p.54-57.

48. B.B. diaper, Zuyev N. A., Olszewski R. G., Azayev R. A., Shibanov A.I., Kuzmin V. V. The review of foreign tops and mixers for meat products//*the NIU ITMO Scientific magazine. "Processes and Devices of Food Productions" series.* 2008. No. 1.

49. B.B. diaper, Zuyev N. A., Olszewski R. G., Azayev R. A., Kuzmin V. V. Fundamental features of process of cutting of foodstuff lezviyny tool//*"Processes and devices of food productions"*. 2008. No. 1.

50. Panfilov V.A. Technological lines of food productions. – М.: Ear, 1993. - 288 p.

51. Ivashov V. I. Processing equipment of the enterprises of the meat industry: studies. / V. I. Ivashov. - SPb.: GIORD, 2010. – 736 p.