

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ НЕКОТОРЫХ ТИПОВ ВАКУУМНЫХ НАСОСОВ**

Бородин А.Н.

На основе сравнительного анализа с учетом удельных показателей в работе рассмотрен вопрос о предпочтительности использования того или иного типа вакуумного насоса в составе модернизированного экструдера с термовакуумным эффектом. Сделан вывод о том, что при сравнении плунжерных, ротационных и водокольцевых вакуумных насосов по таким показателям как удельные затраты электроэнергии на 1 м<sup>3</sup> подачи, а также удельная металлоемкость, некоторое преимущество в сравнении с плунжерными и ротационными имеют водокольцевые насосы.

**Ключевые слова:** *экструзионные технологии, термовакуумный эффект, вакуумная камера, вакуумный насос.*

**Введение**

Анализ научно-технической и патентной информации показал, что в последнее десятилетие российские ученые предложили модернизированную экструзионную технологию, в основе которой заложен принципиально новый способ воздействия на выходящий из фильеры матрицы машины экструдат [10, 15-19, 21-24].

Согласно этому способу при выходе из машины экструдат обрабатывается пониженным давлением, равным 0,03...0,07 МПа [26]. Для реализации данного способа экструдер оснащается вакуумной камерой, расположенной на выходе из фильеры матрицы [27].

Положительной стороной данного направления развития экструзионных технологий является интенсификация процесса экструзии без увеличения его температурного режима [11-14, ]. Наряду с более бережным отношением к наиболее ценным ингредиентам перерабатываемого сырья такие технологии позволяют усиливать их позиции в части энергосбережения, так как очевидно, что затраты энергии на преобразование сырья в нужный продукт с применением термовакуумного эффекта значительно ниже, чем в классических экструзионных технологиях [6-9, 28-30]. Эффективная реализация термовакуумного эффекта, являющегося основой рабочего процесса экструдера с вакуумной камерой зависит от целого ряда факторов, в том числе – от технической характеристики вакуумного насоса [1-3, 20].

**Цель работы** – сравнительный анализ наиболее распространенных типов вакуумных насосов путем сравнения их удельных затрат электроэнергии в расчете на 1 м<sup>3</sup> подачи и удельной металлоемкости.

**Объект исследований** – техническая характеристика плунжерных, ротационных и водокольцевых вакуумных насосов.

**Результаты и их обсуждение**

Вакуумная система экструдера включает в себя источник и регулятор вакуума, вакуум-баллон, вакуумную трубопроводную сеть с кранами и другой арматурой.

Источником вакуума служат различные по конструкции вакуум-насосы, приводимые в действие от электродвигателей или двигателей внутреннего сгорания.

Как в пищевой промышленности, так и в сельском хозяйстве вакуумные насосы получили достаточно широкое распространение. По принципу действия они делятся на поршневые (плунжерные), ротационные и водокольцевые [4, 5].

До середины прошлого века в СССР и в большинстве зарубежных стран преимущественное распространение получили вакуумные насосы поршневого (плунжерного) типа. Положительные и отрицательные стороны поршневых вакуумных насосов можно рассмотреть на примере насосов АВПл-30сх и АВПл-90сх (табл. 1).

Как видно из таблицы, основным недостатками плунжерных вакуумных насосов является большой расход высококачественного и дорогостоящего масла, а также достаточно высокая металлоемкость. Преимуществом этих насосов считается возможность их эксплуатации в зимних условиях в неотапливаемых помещениях и небольшой шум при работе.

В настоящее время доля таких насосов значительно уменьшилась и в большинстве в различных отраслях промышленности и в сельском хозяйстве нашли применение ротационные или водокольцевые вакуумные насосы.

Ротационные насосы в общем случае делятся на лопастные, водокольцевые, типа Рута и т.д. [25].

Наибольшее распространение в современных производствах получили ротационные лопастные насосы, которые в зависимости от расположения рабочих лопаток могут быть ротационными радиально-лопастными и ротационными тангенциаль-

Таблица 1 – Техническая характеристика плунжерных вакуумных насосов

Наименование показателя	Значение показателя для насоса	
	АВПл-30сх	АВПл-90сх
Номинальная производительность при давлении всасывания 48кПа (0,49кг/см <sup>2</sup> ), м <sup>3</sup> /ч	45	150
Расход масла, г/ч	80-100	120-150
Мощность электродвигателя, кВт	3	8
Габариты, мм	795x625x785	1320x690x1360
Масса с электродвигателем, кг	170	580
Удельные затраты электроэнергии на 1 м <sup>3</sup> подачи, кВт	0,06	0,05
Удельная металлоемкость, кг ч/м <sup>3</sup>	3,77	3,89

Таблица 2 – Техническая характеристика ротационных вакуумных насосов

Наименование показателя	Значение показателя для насосов			
	РВН-40/350	VZ-40-150	УВУ-45	УВУ-60
Номинальная производительность при давлении всасывания 48 кПа (0,49 кг/см <sup>2</sup> ), м <sup>3</sup> /ч	40	40	45	60
Частота вращения ротора, мин <sup>-1</sup>	1430	1380	1136	1420
Расход масла, г/ч	26-28	15-30	Дес-18	15-24
Мощность электродвигателя, кВт	3	3	3	4
Габариты, мм	810x495x370	740x435x330	740x435x330	690x460x510
Масса с электродвигателем, кг	130	115	100	110
Удельные затраты электроэнергии на 1 м <sup>3</sup> подачи, кВт	0,075	0,075	0,066	0,066
Удельная металлоемкость, кг ч/ м <sup>3</sup>	3,25	2,87	2,22	1,83

Таблица 3 – Техническая характеристика водокольцевых вакуумных насосов

Наименование показателя	Значение показателя для насосов			
	ВВН-1	ВВН-1,5	ВВН-3	ВВН-6
Номинальная производительность при давлении всасывания 47 кПа (0,48 кг/см <sup>2</sup> ), м <sup>3</sup> /ч	60	90	180	360
Частота вращения ротора, мин-1	1500	1435	1500	1500
Расход воды, м <sup>3</sup> /ч	0,54	0,24	0,42	0,78
Мощность электродвигателя, кВт	4	3	7,5	15
Габариты, мм	880x460x900	580x300x680	1195x385x755	1435x590x980
Масса, кг (без воды)	46	38	280	590
Масса с электродвигателем, кг	90	82	335	650
Удельные затраты электроэнергии на 1 м <sup>3</sup> подачи, кВт	0,066	0,033	0,041	0,041
Удельная металлоемкость, кг ч/ м <sup>3</sup>	1,5	0,91	1,55	1,64

но-лопастными. Последние долгое время выпускались п/о «Кургансельмаш» (Россия) под маркой УВД или УВА различного исполнения.

Принцип работы ротационных насосов весьма прост: внутри цилиндрического корпуса насоса вращается ротор, расположенный эксцентрично относительно оси корпуса. Ротор имеет четыре паза, в которых свободно перемещаются текстолитовые лопатки. При вращении ротора, лопатки образуют

замкнутые пространства, объем которых изменяется.

Объем между соседними лопатками (считая от наименьшего зазора между корпусом и ротором) за один оборот ротора сначала увеличивается, создавая разрежение между лопатками на стороне всасывания, а затем уменьшается. При этом воздух сжимается и вытесняется в атмосферу через напорный патрубок насосной установки.

Для предохранения насоса от попадания жидкости, а также для выравнивания и контроля разрежения в вакуумной магистрали, между магистралью и насосом должны быть смонтированы вакуум-баллон, вакуум-регулятор и вакуум-метр, поставляемые в комплекте с насосом.

В зависимости от производительности (60 м<sup>3</sup>/ч или 45 м<sup>3</sup>/ч) установка комплектуется электродвигателем мощностью 4 кВт или 3 кВт с номинальной частотой вращения 1420 мин<sup>-1</sup>. При замене электродвигателя необходимо заменить и шкив клиноременной передачи.

Насос РВН 40/350 незначительно отличается от УВУ-60/45А конструктивно, а также тем, что текстолитовые лопатки в роторе расположены радиально, а не тангенциально. Основные показатели ротационных насосов приведены в таблице 2. Здесь же имеются данные по насосу VZ-40/150, который выпускался немецкой фирмой «Импульс».

Следует отметить, что ротационные насосы и в настоящее время применяются как в России, так и за рубежом.

Водокольцевые вакуумные насосы (ВВН), широко используемые в химической и перерабатывающей промышленности, имеют ряд преимуществ по сравнению с ротационными.

Такой насос не требует смазки во время работы, так как его ротор не касается стенок корпуса. Уплотнение между вращающимся ротором (водяным колесом) и внутренней полостью корпуса достигается при помощи воды, которая отбрасывается лопатками ротора к стенкам корпуса, образуя внутри него вращающееся водяное кольцо.

Каждый паз между лопатками ротора делит серповидное воздушное пространство между эксцентрично установленным ротором и водяным кольцом на несколько ячеек. Каждая ячейка, проходя мимо всасывающего отверстия, увеличивается в объеме и за счет этого отсасывает воздух из вакуум-провода. При подходе ячейки к выпускному отверстию, ее объем уменьшается, что ведет к сжатию воздуха в ячейке и выпуску его в выхлопную трубу вакуумного насоса. Таким образом, водяное кольцо в насосе выполняет роль поршня.

В последнее время конструкция водокольцевых насосов значительно усовершенствована, что позволило снизить их металлоемкость и рекомендовать для более широкого использования при выполнении самых различных технологических процессов.

В таблице 3 приведены технические показатели водокольцевых насосов ВВН-1, выпускаемого Гомельским мотороремонтным заводом (Республика Беларусь), ВВН-1,5 (Лебединский кроватный завод, Украина), а также ВВН-3 и ВВН-6 (Бессоновский механический завод, Россия).

### Выводы

Таким образом, сравнение плунжерных, ротационных и водокольцевых вакуумных насосов по ряду показателей (удельные затраты электроэнергии на 1 м<sup>3</sup> подачи, а также удельная металлоемкость) показывает некоторое преимущество водокольцевых насосов.

### Список литературы

- [1] Денисов, С.В. Определение пропускной способности зоны загрузки пресс-экструдера /С.В. Денисов, В.В. Новиков, А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова. Вестник Алтайского государственного аграрного университета.– 2009.– № 12.– С. 73–76.
- [2] Воронина, П.К. Формирование качества пива в процессе сбраживания пивного сусле с использованием экстрадата ячменя /П.К. Воронина, А.А. Курочкин //Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии.– 2012.– № 4.– С. 100–103.
- [3] Воронина, П.К. Полифункциональный композит с повышенным содержанием пищевых волокон /П.К. Воронина, А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова //Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии.– 2015.– № 4.– С. 65–71.
- [4] Курочкин, А.А. Дипломное проектирование по механизации переработки продукции животноводства. /А.А. Курочкин, В.М. Зимняков, В.В. Ляшенко и др. Учебное пособие.– Пенза: Пензенская ГСХА, 1998.– 250 с.
- [5] Курочкин, А.А. Дипломное проектирование по механизации переработки сельскохозяйственной продукции. / А.А. Курочкин, И.А. Спицын, В.М. Зимняков и др. Под ред. А.А. Курочкина.– М.: КолосС, 2006.– 424 с.
- [6] Курочкин, А.А. Использование экструдированного ячменя в пивоварении / А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, В.В. Новиков // Пиво и напитки.– 2006.– № 5.– С. 16–17.
- [7] Курочкин, А.А. Теоретические и практические аспекты экструзионной технологии в пивоварении /А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, В.В. Новиков //Нива Поволжья.– 2007.– № 1.– С. 20–24.
- [8] Курочкин, А.А. Трансформация углеводного комплекса экструдированного ячменя /А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, П.К. Воронина, Е.В. Тюрина //Современное состояние и перспективы развития

- пищевой промышленности и общественного питания.–Сборник материалов III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием.–Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2010.–С. 46–48.
- [9] Курочкин, А. А. Аминокислотный состав экструдированного ячменя / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова // Пиво и напитки.– 2008.– № 4.–С. 12.
- [10] Курочкин, А. А. Регулирование структуры экструдатов крахмалсодержащего зернового сырья / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, Д. И. Фролов, П. К. Воронина // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии.– 2013.– № 4.–С. 94–99.
- [11] Курочкин, А. А. Обоснование рациональных параметров шнека пресс-экструдера в зоне загрузки / А. А. Курочкин, В. В. Новиков // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс.– 2013.– № 6 (10).–С. 123–127.
- [12] Курочкин, А. А. Методологические аспекты теоретических исследований пресс-экструдеров для обработки растительного крахмалсодержащего сырья / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, В. В. Новиков, С. В. Денисов // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс.– 2013.– № 6 (10).–С. 46–54.
- [13] Курочкин, А. А. Теоретические исследования рабочего процесса вакуумной системы модернизированного экструдера / А. А. Курочкин // Инновационная техника и технология.– 2015.– № 3 (04). С. 44–50.
- [14] Курочкин, А. А. Получение экструдатов крахмалсодержащего зернового сырья с заданной пористостью / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, Д. И. Фролов // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс.– 2014.– № 6 (22).–С. 109–114.
- [15] Курочкин, А. А. Экструдаты из растительного сырья с повышенным содержанием липидов / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, Д. И. Фролов, П. К. Воронина // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии.– 2014.– № 4.–С. 70–74.
- [16] Курочкин, А. А. Моделирование процесса получения экструдатов на основе нового технологического решения / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, Д. И. Фролов, П. К. Воронина // Нива Поволжья.– 2014.– № 1 (30).–С. 70–76.
- [17] Курочкин, А. А. Технология производства кормов на основе термовакуумной обработки отходов с/х производства / А. А. Курочкин, Д. И. Фролов // Инновационная техника и технология.– 2014.– № 4.–С. 36–40.
- [18] Курочкин, А. А. Поликомпонентный экструдат на основе зерна пшеницы и семян расторопши пятнистой / А. А. Курочкин, Д. И. Фролов // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии.– 2015.– № 4.–С. 76–81.
- [19] Курочкин, А. А. Теоретическое обоснование применения экструдированного сырья в технологиях пищевых продуктов / А. А. Курочкин, П. К. Воронина, Г. В. Шабурова // Монография.– Пенза, 2015.– 182 с.
- [20] Курочкин, А. А. Теоретическое обоснование термовакуумного эффекта в рабочем процессе модернизированного экструдера / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, Д. И. Фролов, П. К. Воронина // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии.– 2015.– № 3.–С. 15–20.
- [21] Научное обеспечение актуального направления в развитии пищевой термопластической экструзии / А. А. Курочкин, П. К. Воронина, В. М. Зимняков, А. Л. Мишанин, В. В. Новиков, Г. В. Шабурова, Д. И. Фролов.– Пенза, 2015.– 181 с.
- [22] Курочкин, А. А. Определение основных параметров вакуумной камеры модернизированного экструдера / А. А. Курочкин, Д. И. Фролов, П. К. Воронина // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии.– 2015.– № 4 (32).–С. 172–177.
- [23] Курочкин, А. А. Экструдаты из растительного сырья с повышенным содержанием липидов и пищевых волокон / А. А. Курочкин, П. К. Воронина, Г. В. Шабурова, Д. И. Фролов // Техника и технологии пищевых производств.– 2016. Т. 42.– № 3.–С. 104–111.
- [24] Новиков, В. В. Определение объемного расхода экструдата в зоне прессования одношнекового пресс-экструдера / В. В. Новиков, А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, Н. А. Харыбина, Д. Н. Азиаткин // Вестник Алтайского ГАУ.– Барнаул, 2011.– № 1 (75).–С. 91–94.
- [25] Оборудование перерабатывающих производств / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, В. М. Зимняков, П. К. Воронина.– М.: ИНФРА-М, 2015.– 363 с
- [26] Пат. 2460315 Российская Федерация МПК А23Л1/00. Способ производства экструдатов / заявители: Г. В. Шабурова, А. А. Курочкин, П. К. Воронина, Г. В. Авроров, П. А. Ерушов; патентообладатель ФГОУ ВПО Пензенская ГТА.– № 2011107960/13; заявл. 01.03.2011; опубл. 10.09.2012, Бюл. № 25.– 6 с.
- [27] Пат. 2561934 Российская Федерация, МПК А23Р 1/12, В29С 47/38. Экструдер с вакуумной камерой / Шабурова Г. В., Воронина П. К., Шабнов Р. В., Курочкин А. А., Авроров В. А. № 2014125348/13; заявл. 23.06.2014; опубл. 10.06.2015, Бюл. № 25.– 7 с.

- [28] Шабурова, Г.В. Белковый комплекс экструдированного ячменя /Г.В. Шабурова, А.А. Курочкин, В.П. Чистяков, В.В. Новиков //Пиво и напитки.– 2007.– № 3.–С. 12.
- [29] Шабурова, Г.В. Повышение технологического потенциала несоложенных зернопродуктов /Г.В. Шабурова, А.А. Курочкин, П.К. Воронина //Техника и технология пищевых производств.– 2014.– № 1(32).–С. 90–96.
- [30] Шабурова, Г.В. Перспективы использования экструдированной гречихи в пивоварении и хлебопечении /Г.В. Шабурова, П.К. Воронина, А.А. Курочкин, Д.И. Фролов //Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии.– 2014.– № 4.–С. 79–83.

## COMPARATIVE ANALYSIS OF SOME TYPES OF VACUUM PUMPS

*Borodin A.N.*

On the basis of a comparative analysis based on the specific indices considered in the paper the question of the desirability of using one or another type of vacuum pump consisting of the upgraded extruder with a vacuum effect. It is concluded that when comparing piston, rotary and liquid ring vacuum pumps on such indicators as the per-unit cost of electricity for 1 m<sup>3</sup> of feed, as well as specific metal, some advantages in comparison with piston and rotary have liquid ring pumps.

*Keywords:* extrusion technology, thermal effect, vacuum chamber, vacuum pump.

### References

- [1] Denisov, S.V. Determining the capacities of the loading area of the press-extruder /S.V. Denisov, V.V. Novikov, A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova. Bulletin of Altai state agrarian University. – 2009. – № 12. – P. 73-76.
- [2] Voronina, P.K. Formation of the quality of beer in the process of fermentation of wort with the use of the extrudate barley /P.K. Voronina, A.A. Kurochkin //Bulletin of the Samara State Agricultural Academy. – 2012. – No. 4. – P. 100-103.
- [3] Voronina, P. K. Multifunctional composite with a high content of dietary fiber / P. K. Voronina, A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova //Bulletin of the Samara State Agricultural Academy. – 2015. – No. 4. – P. 65-71.
- [4] Kurochkin, A.A. Diploma engineering for mechanization of processing of livestock products. /A.A. Kurochkin, V.M. Zimnyakov and etc. Under the editorship of A.A. Kurochkin.– Penza: Penza state agricultural Academy, 1998. – 250 p.
- [5] Kurochkin, A.A. Graduate design for mechanization of processing of agricultural products /A.A. Kurochkin, I.A. Spitsyn, V.M. Zimnyakov and etc. Under the editorship of A.A. Kurochkin. – M.: KolosS, 2006.– 424 p.
- [6] Kurochkin, A.A. The use of extruded barley in brewing / A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, V.V. Novikov // Beer and drinks.– 2006. – No. 5. – P. 16-17.
- [7] Kurochkin, A.A. Theoretical and practical aspects of extrusion technology in brewing /A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, V.V. Novikov //Niva Povolzhya. – 2007. – No. 1.– P. 20-24.
- [8] Kurochkin, A.A. The Transformation of complex carbohydrate extruded barley /A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, P.K. Voronina, E.V. Tyurina //Current state and prospects of development of food industry and public catering. – Proceedings of the III all-Russian scientific-practical conference with international participation. – Chelyabinsk: Publishing center SUSU, 2010. – P. 46-48.
- [9] Kurochkin, A.A. Amino acid composition of extruded barley /A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova // Beer and drinks.– 2008.– No. 4. – P. 12.
- [10] Kurochkin, A.A. Regulation of the structure of extrudates of the grain starch-containing raw materials / A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova, D. I. Frolov, P. K. Voronina //Bulletin Samara state agricultural Academy. – 2013. – No. 4. P. – 94-99.
- [11] Kurochkin, A.A. Substantiation of rational parameters of the screw press-extruder /A.A. Kurochkin, V.V. Novikov //XXI century: the past and challenges of the present plus.– 2013.– No.6 (10). – P. 123-127.
- [12] Kurochkin, A. A. Methodological aspects of theoretical research press extruders for processing starchy vegetable raw materials /A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova, V. V. Novikov, S. V. Denisov //XXI century: the past and challenges of the present plus. – 2013. – No. 6 (10). – P. 46-54.
- [13] Kurochkin, A.A. Theoretical research of working process of the vacuum system of the upgraded extruder /A. A. Kurochkin //Innovative machinery and technology. – 2015. – № 3 (04). P. 44-50.

- [14] Kurochkin, A. A. Obtaining extrudates starchy grain material with a predetermined porosity /A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova, D. I. Frolov //XXI century: the past and challenges of the present plus. – 2014. – No. 6 (22). – P. 109-114.
- [15] Kurochkin, A. A. Extrudates from vegetable raw materials with a high content of lipids /A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, D.I. Frolov, P.C. Voronina //Bulletin of the Samara State Agricultural Academy.– 2014. – No. 4.– P. 70-74.
- [16] Kurochkin, A.A. Modeling of the process of extrudates based on new technological solutions / A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, D.I. Frolov, P.K. Voronina //Niva Povolzhya.– 2014.– No. 1 (30). – P. 30-35.
- [17] Kurochkin, A.A. The technology of feed production on the basis of thermal waste treatment/agricultural production /A.A. Kurochkin, D.I. Frolov //Innovative machinery and technology.– 2014. – No. 4. – P. 36-40.
- [18] Kurochkin, A. A. Multicomponent extrudate on the basis of wheat and Thistle seed /A. A. Kurochkin, D. I. Frolov //Bulletin of the Samara State Agricultural Academy. – 2015. – No. 4. – P. 76-81.
- [19] Kurochkin, A.A. The theoretical rationale for the use of the extruded raw material in food technology / A.A. Kurochkin, P.K. Voronina, G.V. Shaburova // Monograph, 2015.– 182 p.
- [20] Kurochkin, A.A. Theoretical justification for the thermal vacuum effect in the workflow of the upgraded extruder /A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, D.I. Frolov, P.K. Voronina //Bulletin of the Samara State Agricultural Academy. – 2015. – No. 3. – P. 15-20.
- [21] Scientific support for current trends in the development of the edible thermoplastic extrusion /A.A. Kurochkin, P.K. Voronina, V.M. Zimnyakov, A.L. Mishanin., V.V. Novikov, G.V. Shaburova, D.I. Frolov.– Penza, 2015.– 181 p.
- [22] Kurochkin, A.A. Determination of main parameters of the upgraded vacuum chamber of the extruder / A.A. Kurochkin, D.I. Frolov, P.K. Voronina//Bulletin of the Ulyanovsk state agricultural Academy.– 2015.– № 4 (32). – P. 172-177.
- [23] Kurochkin, A. A. The extrudates from vegetable raw materials with a high content of lipids and dietary fibers /A.A. Kurochkin, P.K. Voronina, G.V. Shaburova, D. I. Frolov //Equipment and technologies for food production. – 2016. Vol. 42. – No. 3. – P. 104-111.
- [24] Novikov, V.V. Determination of volumetric flow of extruded articles in the zone of single screw extrusion press extruder/V.V. Novikov, A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, N.A. Harybina, D.N. Aziatkin //Herald of the Altai HAU.– Barnaul, 2011. – No. 1 (75). – P. 91-94.
- [25] Hardware processing industries /A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, V.M. Zimnyakov, P.K. Voronina. – M.: INFRA-M, 2015.– 363 p.
- [26] Pat. 2460315 The Russian Federation, IPC A23L1/00. Method for the production of extrudates /applicants: G.V. Shaburova, A.A. Kurochkin, P.K. Voronina, G.V. Avrorov, P.A. Urusov; patentee GOU VPO Penza GTA. No 2011107960/13; Appl. 01.03.2011; publ. 10.09.2012, bull. No. 25.– 6 p.
- [27] Pat. 2561934 Russian Federation, IPC OR1/12, VS47/38. Extruder with vacuum chamber / applicants: G.V. Shaburova, P.K. Voronina, Shabrov R.V., Kurochkin A.A., A. Avrorov, V. No. 2014125348/13; Appl. 23.06.2014; publ. 10.06.2015, bull. No. 25.– 7 p.
- [28] Shaburova, G.V. Protein complex extruded barley /Shaburova G.V., Kurochkin A.A., V.P. Chistyakov, V.V. Novikov //Beer and soft drinks.– 2007. – No. 3. – P. 12.
- [29] Shaburova, G.V. Improving the technological capacity of unmalted grain products //G.V. Shaburova, A.A. Kurochkin, P.K. Voronina //Technics and technology of food production.– 2014. – No. 1 (32). – P. 90-96.
- [30] Shaburova, G.V Prospects for the use of extruded buckwheat in brewing and bread baking /G.V. Shaburova, P.K. Voronina, A.A. Kurochkin, D.I. Frolov // Bulletin Samara state agricultural Academy.– 2014.– No. 4. – P. 79-83.