

УДК 664.87

Старший научный сотрудник С.А. Шевцов  
(ФГБУ ВПО «Воронежский институт ГПС МЧС России») тел. (473) 277-86-53  
E-mail: shev2807@rambler.ru

Senior researcher S.A. Shevtsov  
(Voronezh institute of the SFS of Russia) phone (473) 277-86-53  
E-mail: shev2807@rambler.ru

## Компенсация теплоэнергетических потерь в производстве варено-сушеных круп с использованием теплового насоса

## Thermal power loss compensation in the production of cooked and dried grains with heat pumps using

*Реферат.* Используя научно-практический опыт и анализ инновационной активности, сложившейся в последнее время по модернизации пищевого концентратного производства, предложен новый вариант энергоэффективной переработки крупяных культур с использованием перегретого пара и непосредственным вовлечением в варочно-сушильный процесс вторичных энергоресурсов с применением парокомпрессионного теплового насоса. Предложен способ производства крупяных концентратов, который реализован с помощью микропроцессорного управления технологическими параметрами. По информации о ходе процессов мойки, варки, сушки и охлаждения крупы микропроцессор обеспечивает управление режимными параметрами при ограничениях, обусловленных как получением варено-сушеной крупы высокого качества, так и экономической целесообразностью. При этом непрерывно определяется количество влаги в контуре рециркуляции, образовавшегося за счет испарения из крупы в процессе сушки. Для реализации предлагаемого способа производства варено-сушеных круп предложено использовать холодильно-компрессорный агрегат, работающий в режиме теплового насоса. В качестве хладагента следует использовать хладон 12В1 CF<sub>2</sub>ClBr с температурой кипения в испарителе 4 °С и температурой конденсации 153,7 °С. Подключение теплового насоса в схему теплоснабжения производства варено-сушеных круп вместо электрического пароперегревателя позволит сократить теплоэнергетические затраты в 1,72 раза. Предлагаемый способ производства и управления технологическими параметрами в области допустимых технологических свойств продукта обеспечит высокое качество варено-сушеных круп; повышение тепловой эффективности за счет полного использования теплоты отработанного перегретого пара; снижение удельных энергозатрат на 25-30 %; создание безотходной и экологически чистой технологии крупяного производства.

*Summary.* Using scientific- and practical experience and analysis of recent innovative activity on modernization of food concentrates production, a new variant of the energy-efficient processing of cereal crops using superheated steam and direct involvement in the cooking and drying process waste energy using the vapor compression heat pump was suggested. A method for production of cereal concentrates, which is realized using microprocessor control of technological parameters. According to the information on the processes of cereals washing, cooking, drying and cooling microprocessor provides regime parameters control under the restrictions due to both yield of cooked and dried cereal of high quality and economic feasibility. At the same time the amount of moisture is continuously determined in the recirculation loop formed by the evaporation from the cereals in the drying process. To implement the proposed method of cooked and dried cereals production it is offered to use refrigeration- and compressor unit operating in a heat pump mode. The refrigerant to be used is khladon 12V1 CF<sub>2</sub>ClBr with a boiling point in the evaporator of 4°C and the condensing temperature of 153.7 °C. The use of the heat pump in the heat supply system of cooked and dried cereals production instead of electric heaters will reduce power costs by 1.72 times. The proposed method for the production and control of technological parameters in the field of the product acceptable technological properties will provide high quality cooked and dried cereals; an increase in thermal efficiency by making full use of the waste heat of superheated steam; the reduction of specific energy consumption by 25-30 %; the creation of waste-free and environmentally friendly technologies for cereal production.

*Ключевые слова:* варка, сушка, процесс, перегретый пар, тепловой насос, управление, энергозатраты.

*Keywords:* boiling, drying, process, superheated steam, heat pump, control, energy costs.

Современные достижения в теории теплообмена в процессах сушки и тепловой обработке пищевого растительного сырья подготовили условия для научного обеспечения энергоэффективных способов производства пищевых концентратов, обеспечивающих сбалансированное энергопотребление при наименьших

потерях теплоты и электроэнергии. В этой связи поиск решений в создании современного типа пищевого концентратного производства с высокой инновационной составляющей и новым технологическим укладом является актуальной задачей.

Основными технологическими стадиями производства пищевых концентратов являются сушка и влаготепловая обработка пищевого растительного сырья, в которых все чаще в качестве теплоносителя используется перегретый пар [1, 2, 4]. Он обладает существенными преимуществами перед другими теплоносителями, к основным из которых относятся: высокий энергетический КПД тепловых процессов с возможностью максимального использования вторичного тепла; отсутствие в перегретом паре кислорода позволяет значительно повысить температуру тепловой обработки без ущерба качеству готового продукта.

В последнее время при проведении тепломассообменных процессов все более широкое применение находят тепловые насосы. Они позволяют добиться высокого энергетического совершенства оборудования за счет рекуперации, использования и утилизации теплоты отработанных теплоносителей [3].

В тепловом насосе механическая энергия компрессора трансформируется в высокопотенциальную теплоту отработанного теплоносителя в конденсаторе за счет теплоты конденсации хладагента в конденсаторе. Это позволяет существенно уменьшить затраты энергии (до 30 %), а осуществление рациональных режимов тепловой обработки перегретым паром и охлаждения готовой продукции воздухом, охлажденным в испарителе теплового насоса, дают возможность получить продукцию высокого качества.

Также известно, что автоматизация технологических процессов создает значительные возможности экономии энергоресурсов. Однако этот вопрос не в полной мере реализован при управлении теплотехнологическими процессами в перерабатывающих отраслях АПК.

Используя научно-практический опыт [7-9] и анализ инновационной активности по модернизации пищевого концентратного производства, сложившейся в последние годы [1-4], предложен новый вариант энергоэффективной переработки крупяных культур с использованием перегретого пара и непосредственным вовлечением в варочно-сушильный процесс вторичных энергоресурсов с применением парокомпрессионного теплового насоса. При этом реализация предлагаемого способа достигается за счет микропроцессорного управления технологическими параметрами на всех стадиях производства крупяных концентратов (рисунок 1).

Исходная крупа сначала по линии 1.0 подается на мойку в моечную камеру 1 и выводится из неё по линии 1.1 в камеру варки 2; сваренная крупа по линии 1.2 направляется в камеру сушки 3; высушенная крупа по линии 1.3 направляется в камеру охлаждения 4; охлажденная крупа выводится по линии 1.4 в качестве готовой продукции. Информация о ходе процессов мойки, варки, сушки и охлаждения крупы, о подготовке перегретого пара и охлаждающего воздуха с помощью датчиков передается в микропроцессор 18, который регулирует технологические параметры по программно-логическому алгоритму посредством исполнительных механизмов с учетом ограничений, обусловленных получением варено-сушеной крупы высокого качества и экологической целесообразностью.

Фактическое количество моющей воды в замкнутом цикле микропроцессор определяет по уровню воды в теплообменнике-утилизаторе 7 с помощью датчика уровня, при уменьшении уровня воды микропроцессор обеспечивает подачу свежей воды по линии 2.6 в теплообменник-утилизатор 7, создавая необходимый объем моющей воды в замкнутом контуре.

Очистка отработанной из камеры мойки воды осуществляется в двух параллельно установленных и попеременно работающих фильтрах в режиме разделения с отводом фильтрата по линии 2.3 в теплообменник-утилизатор и выводом осадка по линии 5.0 в режиме противоточной регенерации водой, поступающей по линии 2.4 из теплообменника-утилизатора 7. Фильтр, работающий в режиме регенерации, отключается из контура рециркуляции воды, а для восстановления пропускной способности фильтрующих перегородок в него под давлением насосом 16 из теплообменника-утилизатора по линии 2.4 подается вода. Очищенная от взвешенных частиц вода после фильтра, работающего в режиме разделения, по линии 2.3 подается в теплообменник-утилизатор 7. За счет теплоты отработанного насыщенного пара в теплообменнике-утилизаторе 7 вода для мойки крупы в камере 1 нагревается. Заданная температура моющей воды, измеряемой датчиком в линии 2.1, поддерживается путем изменения ее расхода с помощью насоса 15. Сушка крупы осуществляется перегретым паром, подготовленным в конденсаторе 9 парокомпрессионного теплового насоса, установленного в линии рециркуляции перегретого пара 3.0. При этом в качестве пароперегревателя используется конденсатор 9 теплового насоса, в котором посредством рекуперативного теплообмена теплота конденсации хладагента используется для нагрева перегретого пара.

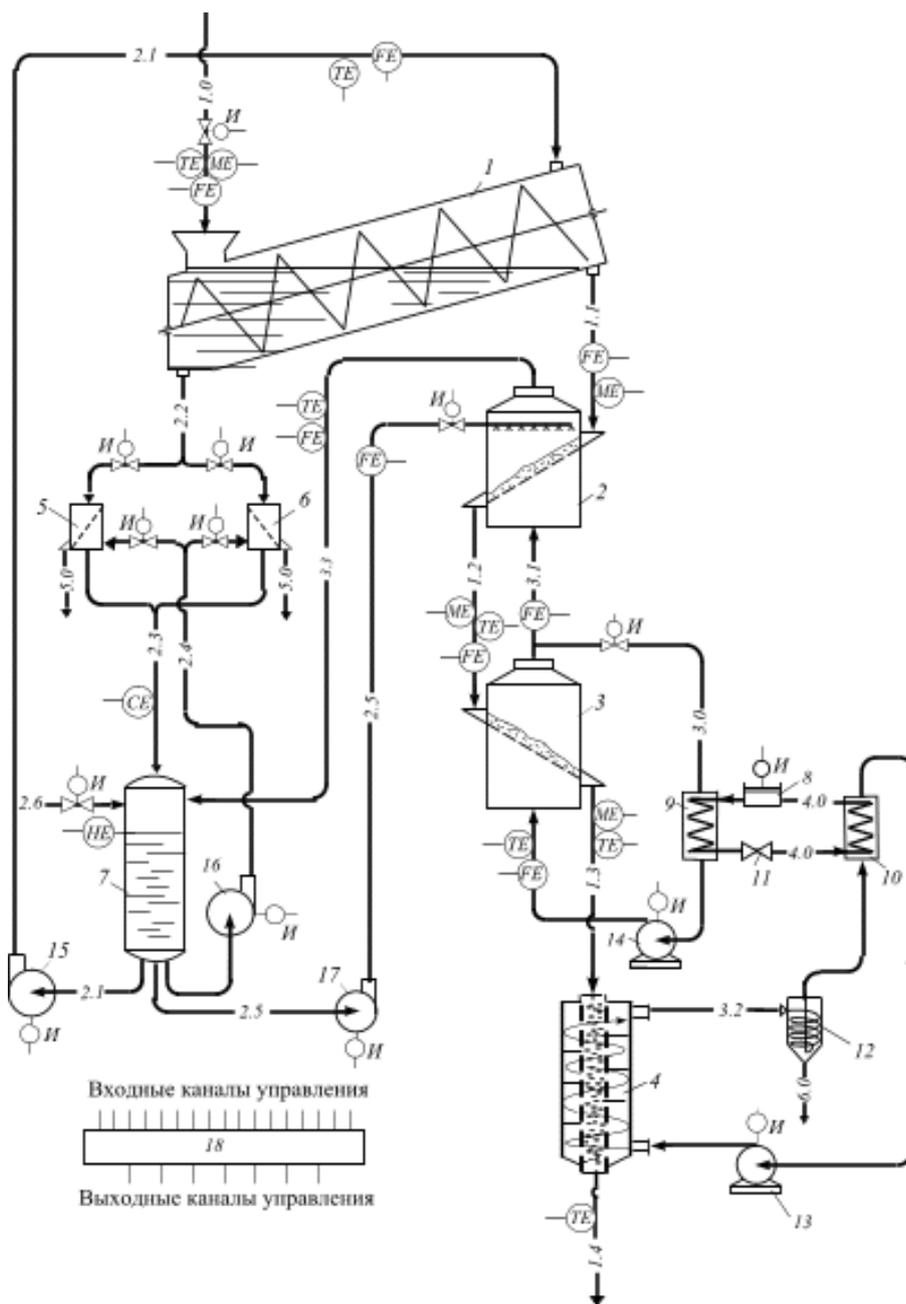


Рисунок 1. Способ производства варёно-сушеных круп со средствами контроля и управления:  
 1 – камера мойки; 2 - камера варки; 3 - камера сушки; 4 - камера охлаждения; 5, 6 - фильтры; 7 - теплообменник-утилизатор; 8 - компрессор; 9 - конденсатор; 10 - испаритель; 11 - терморегулирующий вентиль; 12 - циклон; 13, 14 - вентиляторы; 15, 16, 17 - насосы; 18 - микропроцессор;  
 датчики: *TE* – температуры, *FE* – расхода, *ME* – влажности; *CE* – концентрации; *И* – исполнительные механизмы

Парокомпрессионный тепловой насос, включающий компрессор 8, конденсатор 9, терморегулирующий вентиль 11 и испаритель 10, работает по следующему термодинамическому циклу.

Хладагент компрессором 8 сжимается до давления конденсации и по линии 4.0 направляется в конденсатор 9 и теплоту конденсации отдает отработанному после сушки перегретому пару, который, нагреваясь, вен-

тилятором 14 подается в камеру сушки 3. Затем хладагент дросселируется в терморегулирующем вентиле 11 до заданного давления, с которым поступает в испаритель 10, где испаряется с выделением холода. Пары хладагента вновь направляются в компрессор 8 и термодинамический цикл повторяется.

Охлаждение крупы в камере охлаждения 4 осуществляется воздухом, охлажденным в испарителе 10 теплового насоса, посредством рекупе-

ративного теплообмена между кипящим хладагентом и воздухом с последующей очисткой воздуха в циклоне 12 и возвратом его по линии рециркуляции 3.2 в испаритель 10.

Температура крупы на выходе из камеры охлаждения 4 в линии 1.4 стабилизируется воздействием на расход воздуха, подаваемого из испарителя теплового насоса в камеру охлаждения вентилятором 13.

По текущей влажности вымытой крупы микропроцессор 18 устанавливает расход исходной крупы в камеру мойки.

По текущим значениям влажности сваренной и высушенной крупы, микропроцессор 18 определяет количество испарившейся из продукта влаги и отводит ее из контура рециркуляции 3.0. По соотношению расходов излишней части перегретого пара и крупы, подаваемой в камеру варки 2, микропроцессор 18 устанавливает расход распыливаемой жидкости в камере 2, подаваемой из теплообменника-рекуператора 7.

При отклонении влажности крупы на выходе из камеры варки 2 от заданного значения, микропроцессор 18 корректирует расход распыливаемой воды в камере варки 2, поддерживая влажность крупы перед сушкой с минимальным отклонением от заданного значения.

В установившихся технологических режимах процессов мойки и варки процесс сушки крупы в камере сушки 3 протекает при постоянных параметрах теплового потока перегретого пара. При этом микропроцессор 18 устанавливает заданные значения температуры и расхода, перегретого пара на входе в камеру сушки 3 необходимым выбором мощности компрессора 8 теплового насоса и мощности регулируемого привода вентилятора 14.

При отклонении текущей влажности крупы в линии 1.3 микропроцессор 18 корректирует тепловой поток перегретого пара воздействием на расход и температуру перегретого пара в контуре рециркуляции 3.0 путем изменения мощности приводов компрессора 8 и вентилятора 14.

Для сравнения предлагаемого способа производства варено-сушеных круп в качестве базового способа рассматривается способ производства варено-сушеных круп на Грязинском пищекомбинате.

При производительности линии производства варено-сушеных круп по исходной овсяной крупе 800 кг/ч потребность в моющей воде составляет 1600 кг/ч.

В замкнутом цикле по моющей воде возможны ее потери: одна часть воды поглощается овсяной крупой, а другая отводится с загрязнениями из камеры мойки, при этом часть воды теряется при регенерации фильтрующих элементов. Общее количество моющей воды в контуре ее рециркуляции регулируется по уровню в теплообменнике-рекуператоре 7.

Информация о фактическом количестве моющей воды поступает в микропроцессор 18, который вырабатывает сигнал отклонения текущего уровня моющей воды от заданного. При этом расход моющей воды, например, 1600 кг/ч, в камеру мойки по линии 2.1 устанавливается в соответствии с технологическим регламентом воздействием на мощность регулируемого привода насоса 15.

За счет утилизации теплоты отработанного насыщенного пара, подаваемой из камеры варки 2 в теплообменник-утилизатор 7 по линии 3.3, моющая вода нагревается до температуры 25-32 °С. Стабилизация температуры моющей воды достигается путем коррекции ее расхода в замкнутом цикле воздействием на мощность регулируемого привода насоса 15.

По информации датчиков о фактическом расходе и температуре моющей воды в линии 2.1 микропроцессор 18 по заложенному в него алгоритму непрерывно определяет тепловой и массовый потоки моющей воды в камеру мойки 1 и из балансовых соотношений в зависимости от количества массы и теплоты моющей воды устанавливает режим подачи исходной овсяной крупы в камеру мойки 1. Начальная влажность овсяной крупы изменяется в пределах 13-14 %.

При отклонении текущей влажности вымытой овсяной крупы от заданного значения 21-25 % микропроцессор 18 регулирует подачу исходной овсяной крупы в камеру мойки 1, что позволяет выполнить условие, при котором текущая влажность овсяной крупы на входе в камеру варки 2 не будет соответствовать заданному значению влажности.

По текущим значениям влажности овсяной крупы после камеры варки 2, например, 43-47 % и после камеры сушки 3, например 10 %, микропроцессор 18 определяет количество излишней части перегретого пара  $U_{отвод}$ , образовавшегося за счет испарившейся из овсяной крупы влаги в процессе сушки по формуле:

$$U_{отвод} = \frac{G_{np}^{свп} \left[ c_{np}^{\prime} t_{м} - \frac{100 - w_{в}}{100 - w_{с}} c_{np}^{\prime\prime} t_{с} \right] + G_{нап}^{суш} (i' - i'') - Q_{пот}}{i''}, \quad (1)$$

где  $w_{в}$ ,  $w_{с}$  — влажность крупы на выходе

из камеры варки и влажность крупы на выходе из камеры сушки, %;  $G_{np}^{vap}$  – расход крупы на выходе из камеры варки, кг/ч;  $c_{np}'$ ,  $c_{np}''$  – теплоемкость крупы на выходе из камеры варки и теплоемкость крупы на выходе из камеры сушки, кДж/(кг·К);  $t_m$ ,  $t_c$  – соответственно температура вымытой и высушенной крупы, К;  $G_{nap}^{суш}$  – расход перегретого пара на входе в камеру сушки, кг/ч;  $i', i''$  – теплосодержание перегретого пара на входе и выходе из камеры сушки, кДж/кг;  $Q_{пот}$  – потери теплоты в окружающую среду, кДж/ч, и отводит ее из контура рециркуляции 3.0 по линии 3.1.

По соотношению расходов излишней части перегретого пара, отводимого из контура рециркуляции в камеру варки 2 по линии 3.1, и расхода овсяной крупы, подаваемой из камеры мойки в камеру варки по линии 1.1, микропроцессор 18 устанавливает расход распыливаемой жидкости, например 0,1 л/кг, подаваемой по линии 2.5 с помощью регулируемого привода насоса 17.

При отклонении текущего значения влажности овсяной крупы на выходе из камеры варки 2 от заданного, микропроцессор 18 корректирует расход распыливаемой жидкости, стабилизируя влажность овсяной крупы на выходе из камеры варки 2 с минимальным отклонением от заданного значения.

Одноступенчатый двухцилиндровый агрегат	
Хладагент	Хладон 12В1 CF <sub>2</sub> ClBr
Температура кипения в испарителе	- 4 °С,
Температура конденсации	153,7 °С;
Холодопроизводительность $Q_0$ , кВт	1,28
Компрессор	2ФВ- 4/4,5
Конденсатор воздушный, ребристый м <sup>2</sup>	4,95

Количество теплоты, затрачиваемое на перегрев пара в пароперегревателе в линии производства варено-сушеных круп на Грязинском пищекомбинате:

$$Q_{перегрев} = \beta G c_{воды} (t_{воды}^k - t_{воды}^n) + Gr + G(i_{пер.пара} - i_{нас.пара}) = 0,1 \frac{9000}{3600} \left[ 4,19 \cdot (100 - 20) + +2194 + (2740 - 2679) \right] = 647,55 \text{ кВт}$$

где  $\beta$  – коэффициент, учитывающий потери пара (тепловые потери, потери на необрати-

В процессе сушки микропроцессор 18 непрерывно устанавливает заданные значения температуры перегретого пара, например, 140 °С, и расхода перегретого пара, например, 9000 м<sup>3</sup>/ч, необходимым выбором мощности привода компрессора 8 и мощности регулируемого привода вентилятора 14.

По величине рассогласования текущей влажности овсяной крупы на выходе из камеры сушки 3 с заданным значением 9 % микропроцессор 18 воздействует на расход и температуру перегретого пара в контуре рециркуляции 3.0, выводя их на верхнюю или нижнюю границы ограничений, обеспечивая условие равенства текущего значения влажности овсяной крупы с заданным.

Охлаждение крупы в камере охлаждения 4 до температуры 20±0,5 °С осуществляется охлажденным в испарителе 10 теплового насоса посредством рекуперативного теплообмена между кипящим хладагентом и воздухом с последующей очисткой воздуха в циклоне 12 и возвратом по линии рециркуляции 3.2 в испаритель 10.

Для реализации способа управления процессом производства варено-сушеных круп необходимо использовать холодильно-компрессорный агрегат, работающий в режиме теплового насоса, со следующими параметрами:

мость процесса и т. п.  $\beta = 10 \% = 0,1$ );  $G$  – расход пара, м<sup>3</sup>/ч;  $c_{воды}$  – теплоемкость воды, Вт/(м<sup>2</sup>·К);  $t_{воды}^k$ ,  $t_{воды}^n$  – конечная и начальная температура воды, °С;  $r$  – теплота парообразования пара, кДж/кг;  $i_{пер.пара}$ ,  $i_{нас.пара}$  – энтальпия перегретого и насыщенного пара, кДж/кг.

Количество теплоты, затрачиваемое на перегрев пара в конденсаторе теплового насоса в предлагаемом способе, составит:

$$Q_{тепл.насос}^{конд} = G_{пар} c_{пар} (t_k - t_n) = \frac{9000}{3600} \cdot 4,1 \cdot (140 - 123) = 174,25 \text{ кВт} \quad (3)$$

Горизонтальный кожухотрубный конденсатор 250 КТГ (с поверхностью теплообмена 250 м<sup>2</sup>), в котором тепловая нагрузка составляет  $Q_{\text{конд}} = 1237,5$  кВт, полностью обеспечит перегрев пара до заданной температуры 140 °С.

Количество теплоты, затрачиваемое на охлаждение воздуха в испарителе теплового насоса, составит:

$$Q_{\text{испар}}^{\text{тепл.насос}} = \rho_v G_v c_v (t_k - t_n) = 1,23 \cdot 9450 \cdot 1,01 \cdot (45 - 20) = 81,53 \text{ кВт} \quad (4)$$

Панельный испаритель ИП-180 (с поверхностью теплообмена 180 м<sup>2</sup>), в котором тепловая нагрузка составляет  $Q_{\text{испар}} = 123,75$  кВт, обеспечит охлаждение воздуха до заданной температуры (20±0,5 °С).

Установленная мощность электродвигателя компрессора  $Q_{\text{элдв}} = 120$  кВт, а суммарные затраты энергии составят:

$$Q = Q_{\text{конд}}^{\text{тепл.насос}} + Q_{\text{испар}}^{\text{тепл.насос}} + Q_{\text{элдв}} = 174,25 + 81,53 + 120 = 375,78 \text{ кВт}. \quad (5)$$

Использование теплового насоса в предлагаемом способе производства варёно-сушеных круп вместо электрического

пароперегревателя в линии производства варено-сушеных круп на Грязинском пищекомбинате позволит сократить теплоэнергетические затраты в 1,72 раза:

$$n = \frac{Q_{\text{перегрев}}}{Q_{\text{конд}}^{\text{тепл.насос}}} = \frac{647,55}{375,78} = 1,72. \quad (6)$$

С учетом экономии тепловых затрат на охлаждение воздуха в испарителе эффективность теплового насоса будет еще выше.

Таким образом, предлагаемый способ производства варёно-сушеных круп и алгоритм управления технологическими параметрами позволит:

- повысить тепловую эффективность предлагаемого способа за счет полного использования вторичной теплоты отработанного перегретого пара;
- обеспечить снижение удельных энергозатрат на 25-30 %;
- получить готовый продукт высокого качества за счет охлаждения крупы после сушки её;
- создать безотходную и экологически чистую технологию получения варено-сушеных круп за счет исключения выбросов отработанной моющей воды и пара.

## ЛИТЕРАТУРА

1 Остриков А.Н., Калашников Г.В. Состояние и перспективы развития технологического оборудования для влаготепловой обработки круп // Хранение и переработка сельхозсырья. 2002. № 10. С. 57-62.

2 Шевцов С.А., Остриков А.Н. Техника и технология сушки пищевого растительного сырья. Воронеж: ВГУИТ, 2014. 289 с.

3 Бритиков Д.А., Шевцов А.А. Энергосбережение в процессах сушки зерновых культур с использованием теплонасосных технологий. М.: ДеЛи плюс, 2012. 328 с.

4 Калашников Г.В. Анализ эксергетических затрат влаготепловой обработки картофеля, круп и овощей при производстве пищевого концентрата // Вестник ВГУИТ. 2006. № 11. С. 51 – 60.

5 Остриков А.Н., Калашников Г.В.. Исследование гидродинамики процесса влаготепловой обработки картофеля и овощей перегретым паром // Вестник ВГУИТ. 2008. № 1. С. 70 – 77.

6 Дранников А. В. Повышение эффективности процесса сушки свекловичного жома перегретым паром. Воронеж: ВГТА, 2010. 172 с.

7 Пат. № 2169490 РФ МПК<sup>7</sup> А23L 1/01, 1/10, А23N 12/06. Варочно-сушильный аппарат для производства крупяных концентратов / Остриков А.Н., Калашников Г.В., Шевцов С.А.; № 2000100125; Заявл. 05.01.2000; Опубл. 27.06.2001; Бюл. № 18.

8 Пат. № 2181015 РФ МПК<sup>7</sup> А23L 1/10, G05D 27/00. Способ автоматического управления процессом производства варено-сушеных круп / Остриков А.Н., Глотова Е.В., Шевцов С.А.; № 99126406; Заявл. 15.12.1999; Опубл. 10.04.2002; Бюл. № 10.

9 Пат. № 2182805 РФ, МПК<sup>7</sup> А23L 1/10. Комбинированная установка для производства варено-сушеных круп / Остриков А.Н., Глотова Е.В., Калашников Г.В., Шевцов С.А.; № 20001057; Заявл. 07.03.2000; Опубл. 27.05.2002; Бюл. № 15.

## REFERENCES

1 Ostrikov A. N., Kalashnikov G. V. State and prospects of development of the technological equipment for vegetableoil cereal processing. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya*. [Storage and processing of agricultural], 2002, no. 10, pp. 57-62. (In Russ.).

2 Shevtsov S.A., Ostrikov A.N. Tekhnika i tehnologiya sushki pishchevogo rastitel'nogo syr'ya [Engineering and technology drying edible raw materials]. Voronezh, VGUIT, 2014. 289 p. (In Russ.).

3 Britikov D.A., Shvetsov A.A. Energoberezhenie v protsessakh sushki zernovykh kul'tur s ispol'zovaniem teplonasosnykh tekhnologii [Energy savings in the drying of grain crops using heat pump technology]. Moscow, Deli plus, 2012. 328 p. (In Russ.).

4 Kalashnikov G.V. Analysis of exergual costs of vegetable oil processing of potatoes, cereals and vegetables in the production-ve concentrates. *Vestnik VGUIT*. [Bulletin of VSUET], 2006, no. 11, pp. 51-60. (In Russ.).

5 Ostrikov A. N., Kalashnikov G. V. Study of the hydrodynamics of the process of ownership hotelului processing of potatoes and vegetables superheated steam. *Vestnik VGUIT*. [Bulletin of VSUET], 2008, no. 1, pp. 70-77. (In Russ.).

6 Drannikov A.V. Povyshenie effektivnosti protsessa sushki sveklovichnogo zhoma peregretym parom [Improving the efficiency of the drying process sugar beet pulp with superheated steam]. Voronezh, VGTA, 2010. 172 p. (In Russ.).

7 Ostrikov A.N., Kalashnikov G.V., Shevtsov S.A. Varochno-sushil'nyi apparat dlya proizvodstva krupyanykh kontsentratoov [Cooking and drying apparatus for the production of cereal concentrate-tretow]. Patent RF, no 2169490, 2001. (In Russ.).

8 Ostrikov A.N., Glotova E.C., Shevtsov S.A. Sposob avtomaticheskogo upravleniya protsessom proizvodstva vareno-sushenykh krup [Method for automatic process control for the production of cooked and dried cereals]. Patent RF, no 2181015, 2002.

9 Ostrikov A.N., Glotova E.V., Kalashnikov G.V., Shevtsov S.A. Kombinirovannaya ustanovka dlya proizvodstva vareno-sushenykh krup [Combined installation for the production of boiled-dried cereals]. Patent RF, no 2182805, 2002. (In Russ.).