

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ

УДК 637.352:66.047.3.085.1

Е.А. Равнюшкин, М.А. Брюханов

БАРОВАКУУМНАЯ СУШКА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ НАЧАЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУРНЫХ УСЛОВИЙ

В статье рассматриваются процессы баровакуумной сушки мягких сыров. Исследовано влияние температуры нагрева на кинетику процесса обезвоживания и качество готового продукта. На основе полученных данных рекомендованы температурные режимы баровакуумной сушки мягких сыров.

Ключевые слова: мягкие сыры, баровакуумная сушка, температура.

E.A. Ravnyushkin, M.A. Brukhanov

BAROVACUUM DRYING DEPENDENT ON THE INITIAL TEMPERATURE CONDITIONS

The processes of the soft cheese barovacuum drying are considered in the article. The influence of the heating temperature on the dehydration process kinetics and the ready-made product quality is re-searched. On the basis of the obtained data the temperature conditions of the soft cheese barovacuum drying are recommended.

Key words: soft cheeses, barovacuum drying, temperature.

Введение. Сушка является одним из наиболее распространенных и эффективных способов консервирования большинства пищевых продуктов [1]. При обезвоживании пищевого сырья происходит повышение концентрации субстрата до уровня, при котором прекращается полноценный клеточный обмен веществ в тканях продукта. Сушка дает возможность не только увеличить сроки годности продуктов питания с сохранением качественных характеристик, но и снизить экономические затраты на упаковку, хранение и транспортировку, поскольку в большинстве случаев при сушке наблюдается значительная объемная усадка продукта [2, 3].

За последние десятилетия разработано достаточно большое количество способов сушки пищевых продуктов, основанных на различных принципах. Большие перспективы показывает сушка в условиях пониженного давления. За счет создания вакуума температура кипения воды снижается и значительно повышается коэффициент массообмена, что способствует интенсификации испарения влаги с поверхности продукта [4]. Повысить эффективность данного вида обезвоживания можно за счет использования переменного давления, так называемой баровакуумной сушки.

Принцип действия баровакуумной сушки состоит в том, что вначале продукт выдерживают под избыточным давлением в течение определенного периода времени, после чего давление в камере резко сбрасывают и создают разреженную среду. Благодаря этому, возникающий градиент давления внутри продукта способствует интенсивному перемещению влаги на поверхностные слои и последующему испарению [5, 6].

В настоящее время баровакуумная сушка используется преимущественно для обезвоживания пиломатериалов. Несмотря на ее эффективность, в пищевой промышленности данный способ обезвоживания совершенно не исследован, данную технологию рассматривают преимущественно в деревообрабатывающей промышленности [7].

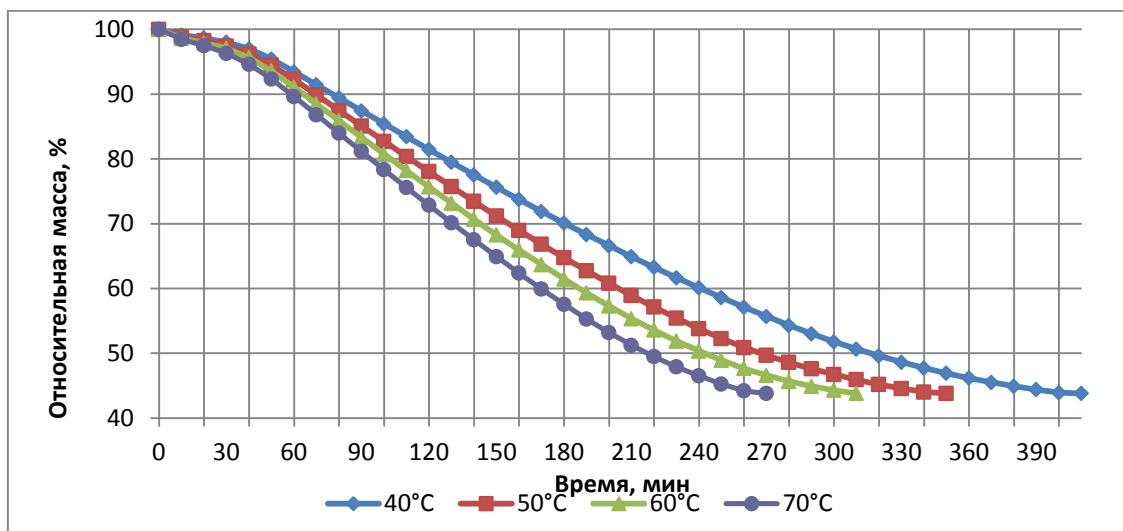
Цель исследований. Изучение процессов баровакуумной сушки продуктов с различными температурными режимами.

Объекты исследований. Мягкие сыры Адыгейский, Рокфор, Русский камамбер.

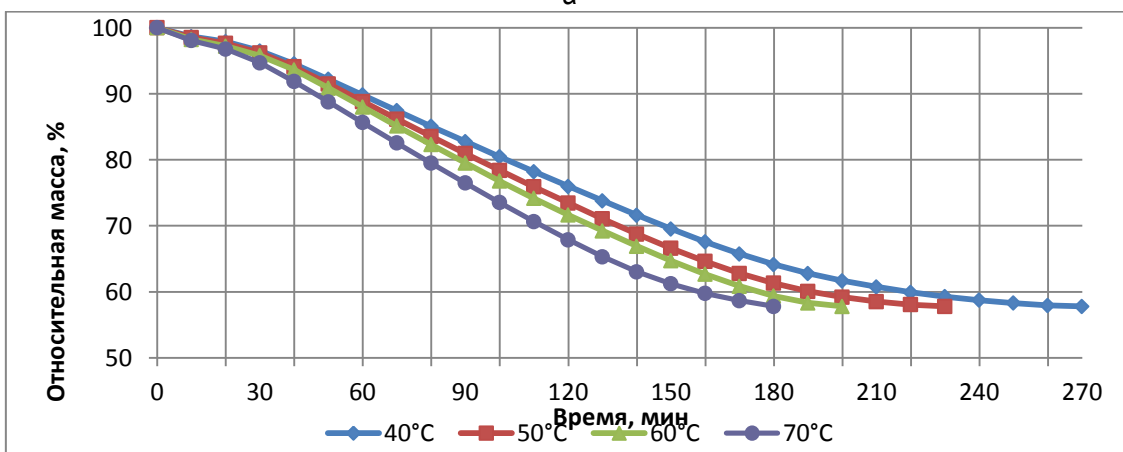
Результаты исследований и их обсуждение. Опыты проводили при следующих условиях: вначале продукт выдерживали под избыточным давлением 25 кПа при заданной температуре теплоносителя в течение 15 мин. После чего давление сбрасывали до атмосферного, понижали дав-

ление до 6–7 кПа и включали инфракрасные лампы нагрева. Температуру задавали в значениях 40, 50, 60, 70°C.

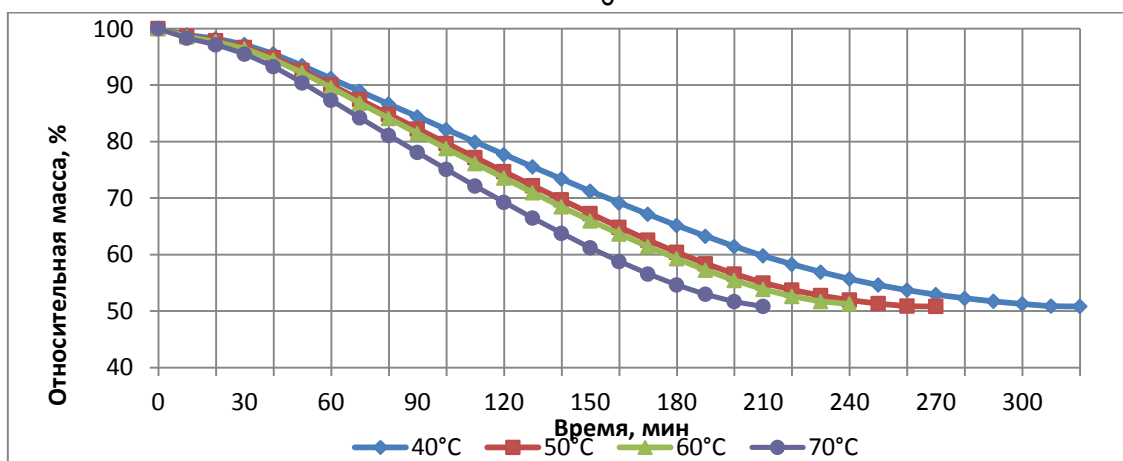
На рис. 1 представлены графики изменения относительной массы мягких сыров при баровакуумной сушке, на рис. 2 – графики изменения температуры в камере и в толще продукта.



а



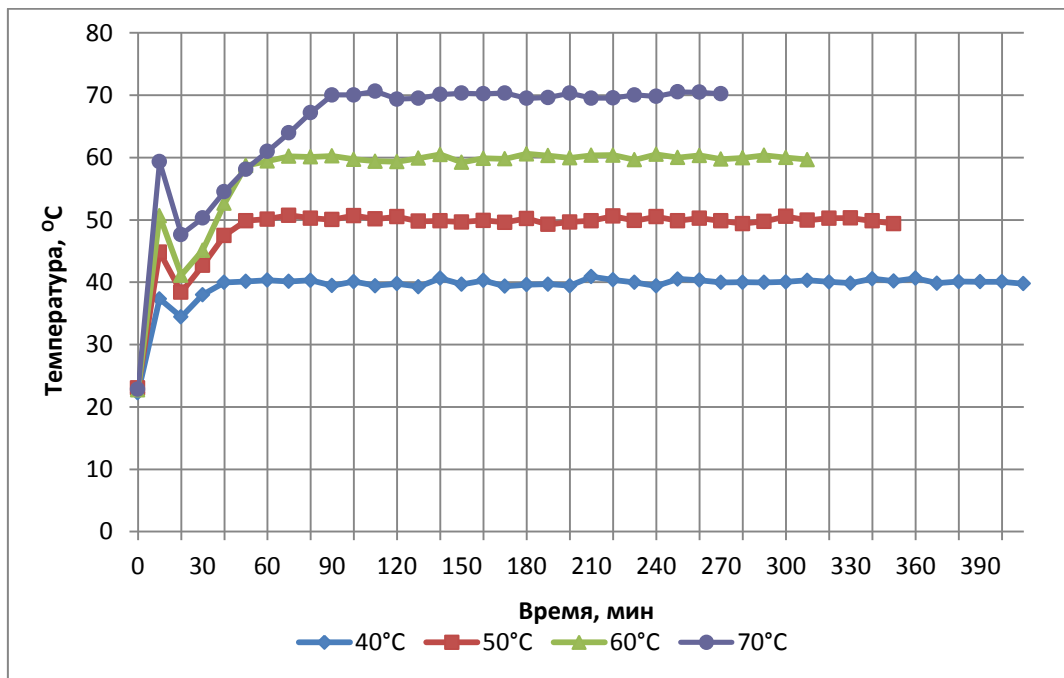
б



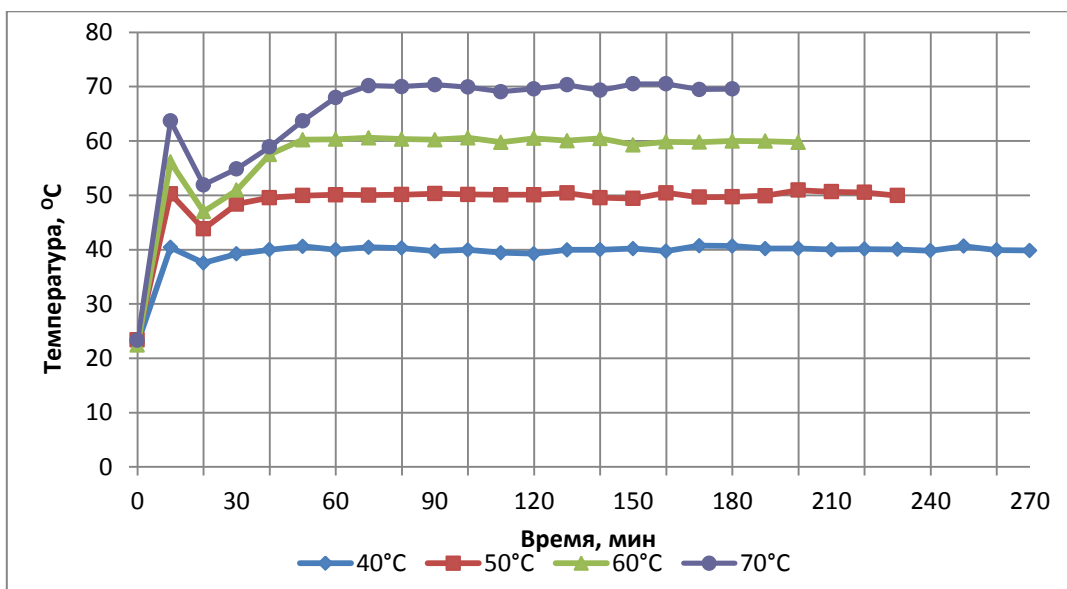
в

Рис. 1. Изменение относительной массы при баровакуумной сушке сыров: а – Адыгейский; б – Рокфор; в – Русский камамбер

Вначале, когда продукт выдерживают под избыточным давлением, наблюдается повышение температуры продукта за счет контакта с теплоносителем, при этом скорость сушки составляет до 8–10 %/ч. После сброса давления и вакуумирования камеры наблюдается повышение скорости сушки до 12–16 %/ч. Наименьшее время обезвоживания наблюдалось при баровакуумной сушке с температурой нагрева 70°C и составляло 410, 270 и 320 мин соответственно для сыров Адыгейский, Рокфор и Русский камамбер. Снижение температуры нагрева до 60°C влекло за собой увеличение продолжительности обезвоживания соответственно на 40, 20 и 30 мин для вышеуказанных сыров. Наибольшая продолжительность сушки наблюдалось при обезвоживании сыров с температурой 40°C и было равно от 270 (Рокфор) до 410 мин (Адыгейский).

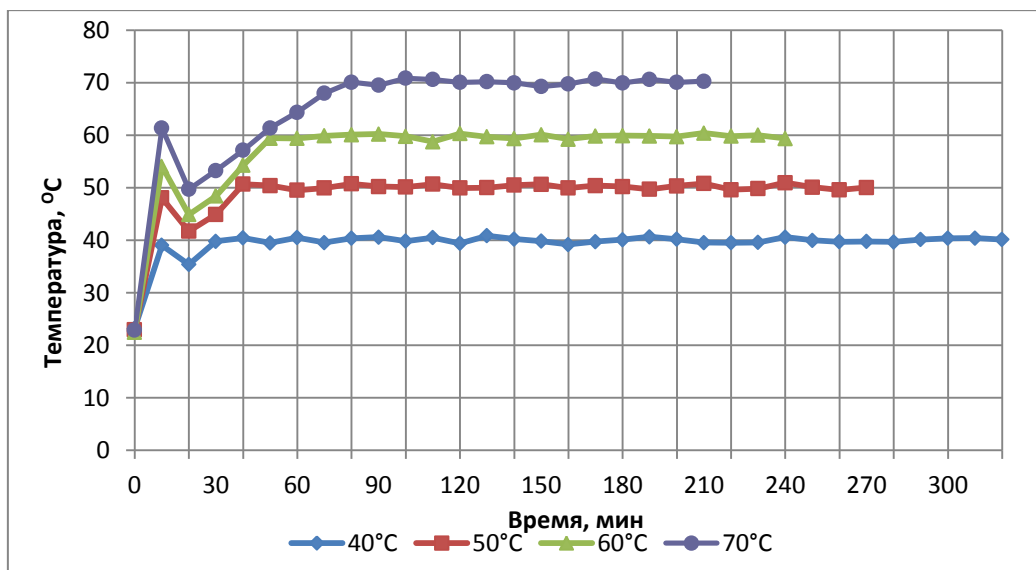


а

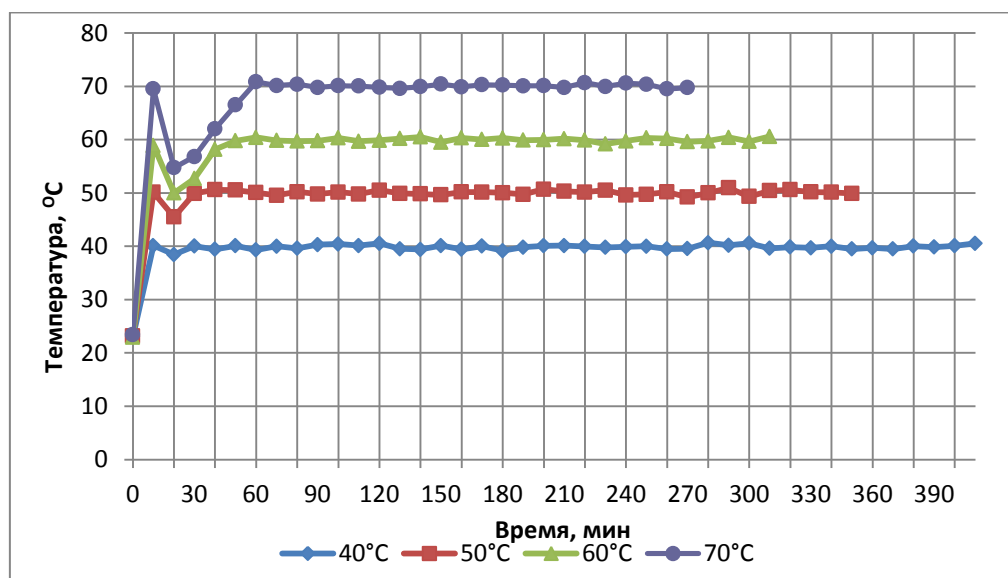


б

Рис. 2. Изменение температуры в толще сыров (а – Адыгейский; б – Рокфор; в – Русский камамбер) и температуры в камере (г) при баровакуумной сушке



В



Г

Рис. 2. Окончание

Установлено, что с понижением температуры сушки сокращается время, необходимое для прогрева продукта до нужного значения. Так, при температуре нагрева 70°C мягкие сыры прогреваются до данного уровня через 70÷90 мин после начала процесса, в то время как при установленной температуре сушки 40°C это время составляет 30÷40 мин. То же самое относится и к температуре в камере. При установленной температуре сушки 40°C время прогрева камеры до заданного значения равно 30 мин. При установленных температурах нагрева 50, 60, 70°C время прогрева составляет соответственно 40, 50 и 60 мин.

Для сухих сыров была проведена органолептическая оценка по 75-балльной шкале по методике, представленной в табл. 1.

Таблица 1

Методика проведения органолептической оценки сухих сыров

Показатель	Оценка, балл	Характеристика
Вкус	11-15	Ярко выраженный, характерный
	6-10	Слабовыраженный, наличие посторонних привкусов
	0-5	Посторонний, горький, пригорелый
Цвет	11-15	Характерный, равномерный по всей массе, от светло-желтого до желтого
	6-10	Неравномерный, наличие областей с отклонениями в цвете
	0-5	Существенные отклонения в цвете по всему объему
Консистенция	11-15	Однородная, легко рассыпчатая, в виде частиц одинакового размера
	6-10	Неоднородная, наличие слипшихся областей, частицы отличаются по размеру
	0-5	Неоднородная, большая часть в виде слипшихся частиц, значительно отличающихся по размеру
Форма	11-15	Хорошо сохранившаяся, с характерной усадкой
	6-10	Наличие деформированных областей
	0-5	Существенные деформации формы
Запах	11-15	Хорошо выраженный, характерный сырный
	6-10	Слабовыраженный, наличие слабых посторонних запахов
	0-5	Посторонний, затхлый

В качестве показателей выступали вкус, цвет, консистенция, запах и форма, каждый из них имел максимальную оценку в 15 баллов.

В табл. 2 представлены данные по результатам органолептической оценки мягких сыров ба-ровакуумной сушки.

Таблица 2

Результаты органолептической оценки сухих мягких сыров

Вид сыра	Показатель	Температура сушки, °С			
		40	50	60	70
Адыгейский	Вкус	15	14	14	11
	Цвет	14	14	13	12
	Консистенция	14	13	13	13
	Форма	14	14	13	13
	Запах	14	14	13	10
	Итого	71	69	66	59
Рокфор	Вкус	14	14	13	11
	Цвет	15	14	14	12
	Консистенция	14	13	12	11
	Форма	13	13	13	11
	Запах	14	14	13	12
	Итого	70	68	65	57
Русский камамбер	Вкус	14	13	12	10
	Цвет	13	14	13	13
	Консистенция	14	15	14	13
	Форма	14	13	13	12
	Запах	15	15	13	10
	Итого	70	70	65	58

По результатам исследований наиболее высокие качественные показатели мягких сыров наблюдаются при наименее возможной температуре нагрева, в данном случае при температуре сушки 40°C и составляют 70–71 балл. Повышение температуры сушки до 50°C обуславливает снижение органолептической оценки сыров Адыгейский и Рокфор всего на 2 балла, для сыра Русский камамбер не наблюдалось изменений суммарного балла. Повышение температуры сушки до 60 и 70°C влечет за собой заметное снижение качественной оценки еще на 3–5 и 10–12 баллов соответственно.

На рис. 3 представлены графики изменения удельных энергозатрат при баровакуумной сушке мягких сыров.

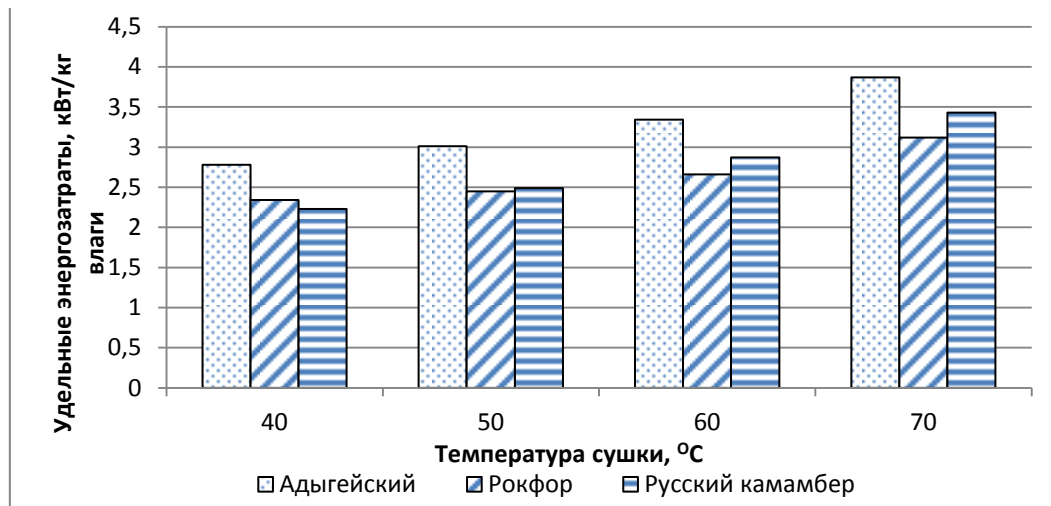


Рис. 3. Удельные энергозатраты при баровакуумной сушке мягких сыров

С повышением температуры нагрева от 40 до 50°C удельные энергозатраты увеличиваются в среднем на 8%. При установленном температурном режиме в 60 и 70°C величина энергозатрат больше, чем при сушке с температурой нагрева 40°C соответственно на 20 и 40%.

Заключение. Таким образом, в ходе проведенной работы были исследованы процессы баровакуумной сушки мягких сыров. На основании результатов исследований рекомендуемая температура нагрева составляет 50°C, что обеспечивает высокое качество продукта (68–70 баллов из 75) и относительно невысокие удельные энергозатраты – 2,7÷3,3 кВт/кг удаленной влаги.

Литература

1. Перспективы сушки пищевых продуктов / О.Л. Сороко, Т.П. Троицкая, А.А. Литвинчук [и др.] // Продукты длительного хранения. – 2008. – № 1. – С. 6–7.
2. Бурич О., Берки Ф. Сушка плодов и овощей: пер. с венг. – М.: Пищевая пром-сть, 1978. – 279 с.
3. Гинзбург А.С. Основы теории и техники сушки пищевых продуктов // Пищевая пром-сть. – 1999. – № 4. – С. 5–7.
4. Буянов О.Н., Расщепкин А.Н., Ермолаев В.А. Определение оптимальных режимов вакуумной сушки обезжиренного творога // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2009. – № 6 – С. 26.
5. Ковальский В.А. Баровакуумные сушилки // Хим. пром-сть. – 2005. – № 5. – С. 249–252.
6. Ковальский В.А. Агрегат для баровакуумной сушки пиломатериалов // Деревообрабатывающая пром-сть. – 2005. – № 1. – С. 8–11.
7. Пат. 2307298, МПК F26B9/06, F26B5/04, F26B21/04. Агрегат для баровакуумной сушки пиломатериалов / В.А. Ковальский. № 2006122368/06; заявл. 22.06.2006; опубл. 27.09.2007.