

References

1. Boltenev A.A., Chizhov V.N., Sheryshev V.P. Modelling and prediction of the conditions of the process of electric resistance sintering of metallic powder materials in reconditioning of components // *Welding International*. – 2002. – Vol. 16 (1). – S. 69-72 (*Svarochnoe proizvodstvo*. – 2001. – № 8. – S. 24-27).
2. Sheryshev V.P., Chizhov V.N., Seliverstov M.V., Telgozhaeva F.S. Sterzhnevye sistemy v zadachakh modelirovaniya teplovykh protsessov v detalyakh pochvoobrabatyvayushchikh mashin pri ikh vosstanovlenii s pomoshch'yu elektrokontaktного nagreva // *Materialy mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii «Modelirovanie-2010»*. – Kiev, 2010. – T. III. – С. 202-208.
3. Bek Dzh., Blakuell B., Sent-Kler Ch., ml. Nekorrektnye obratnye zadachi teploprovodnosti / per. s angl. – M.: Mir, 1989. – 312 s.
4. Kazanskii N.L., Kolpakov A.I., Kolpakov V.A., Paranin V.D. Metod opredeleniya temperatury poverkhnosti v oblasti ee vzaimodeistviya s potokom nizkotemperaturnoi plazmy // *Zhurn. tekhn. fiziki*. – 2007. – T. 77. – Vyp. 12. – S. 21-25.
5. Bekbaev A.B., Karbozova A.M., Sheryshev V.P. Kontrol' teplovogo sostoyaniya elektricheskogo kontakta // *Tematicheskii vypusk: Problemy avtomatizirovannogo elektroprivoda. Teoriya i praktika: nauchno-tekhnicheskii zhurnal Kremenchug*. – 2012. – Vyp. 3 (19). – S. 575-578.
6. Bekbaev A.B., Zhalmukhamed E., Utebaev R.M., Koltun N.A. Laboratornaya eksperimental'naya ustanovka dlya ispytaniya intellektual'nogo datchika temperatury nedostupnoi poverkhnosti // *Vestnik KazNTU im. K.I. Satpaeva*. – 2013. – № 6 (100). – S. 36-42.
7. Godunov S.K., Ryaben'kii V.S. Vvedenie v teoriyu raznostnykh skhem. – M.: Fizmatgiz, 1962.



УДК 631 374 621 867

О. Рахматов
O. Rakhmatov

**К ВОПРОСУ ТЕПЛОВОЙ ОПТИМИЗАЦИИ РЕЖИМА ЭКСПЛУАТАЦИИ
СОЛНЕЧНО-ТОПЛИВНОЙ СУШИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ
КОНВЕКТИВНОГО ТИПА**

**THE ISSUE OF THERMAL OPTIMIZATION
OF THE OPERATING REGIME OF SOLAR-FUEL CONVECTION DRYER**

Ключевые слова: установка, солнечная радиация, сельхозпродукция, сушка, сушильный агент, камера, коллектор, слой продукта, теплота, конвекция, порозность, оптимизация, коэффициент, массообмен.

Сушка является одним из энергоемких процессов перерабатывающей промышленности. Возрастающее энергопотребление особенно для сушки высоко влажных сельхозпродуктов как виноград, дыня, яблоки и др. требует наряду с рациональным и экономичным использованием традиционных топливных ресурсов (газ, уголь, нефть, электроэнергия и т.п.) поиска и разработки новых альтернативных и возобновляемых источников энергии. В условиях Центрально-Азиатских республик важное место занимает солнечная энергия ввиду её доступности и экологичности. Применение воздушно-солнечного способа сушки на открытых площадях или гелиосушилок ограничено и зависит от климатических условий. В последнее время усилия были направлены на создание энергосберегающей технологии сушки с использованием комбинированных (по энергии) солнечно-топливных сушильных установок. На основе анализа существующих методов

сушки и конструктивных решений сушильных установок автор выдвинул свою концепцию по модернизации и оптимизации процесса сушки, а также энергосбережения. Разработанная им (в соавторстве) двухкамерная комбинированная солнечно-топливная сушильная установка сочетает использование солнечной энергии и традиционной электрической. Конструктивно решен вопрос обеспечения осциллирующего режима сушки как интенсифицирующего фактора данного процесса. Рассмотрен вопрос повышения КПД сушильной установки, даны теоретические предпосылки и аналитические расчеты и выведена обобщенная формула для определения тепловой эффективности. По результатам экспериментов получены кривые зависимости эффективности сушильной установки от температуры нагрева поверхности камеры и отработанного сушильного агента на выходе из сушильной камеры. Доказано, что с повышением температуры отработанного сушильного агента, тепловая эффективность падает. Оптимальной температурой сбросового теплоагента считается $t_2 \approx 35-40^\circ\text{C}$. Также обоснована целесообразность использования теплоаккумулирующей бытовой насадки, позволяющей сэкономить до 14% тепловой энергии, необходимой для процесса сушки.

Keywords: *installation, solar radiation, agricultural products, drying, drying agent, chamber, collector, product layer, heat, convection, porosity, optimization, coefficient, mass transfer.*

Drying is one of energy-intensive processes in processing industries. The increasing power consumption particularly for drying wet agricultural products like grapes, melons, apples, etc. requires along with rational and economical use of traditional fuel resources (gas, coal, oil, electricity, etc.) research and development of new alternative and renewable sources of energy. Under the conditions of the Central Asian republics, solar energy is important because of its accessibility and environmental safety. The use of solar air-drying method in open areas or solar energy dryers is limited and depends on climatic conditions. Therefore, the recent efforts have focused on creating energy-efficient drying technology using combined (in terms of energy) solar-fuel dryers. Based on the analysis of the existing drying methods and design solutions of dryers, the author

has put forward his concept for the modernization and optimization of drying process, as well as energy saving. The author has developed (in collaboration) two-chambered combined solar-fuel dryer which combines the use of solar energy and conventional electricity. The issue of the oscillating drying regime as an intensifying factor of this process has been constructively resolved. The issue of increasing the dryer efficiency is studied, the theoretical background and analytical calculations are presented, and a generalized equation to determine the thermal efficiency has been derived. According to the experimental results, the influence curves of the dryer efficiency on dryer chamber surface temperature and drying agent temperature at the exhaust outlet have been obtained. It has been proven that with increasing temperature of the drying agent at exhaust, the thermal efficiency decreases. The optimum temperature of the drying agent at exhaust is $t_2 \approx 35-40^\circ\text{C}$. The feasibility of using a heat-retaining nozzle has been proved; this allows saving up to 14% of the thermal energy required for the drying process.

Рахматов Орифжон, к.т.н., доцент, каф. технологии переработки с.-х. продукции, Гулистанский государственный университет, Республика Узбекистан. E-mail: glsu_info@edu.uz, olimjon82@bk.ru.

Rakhmatov Orifzhon, Cand. Tech. Sci., Assoc. Prof., Chair of Agricultural Product Processing Technologies, Guliston State University, Republic of Uzbekistan. E-mail: glsu_info@edu.uz, olimjon82@bk.ru.

Введение

Переработка сельскохозяйственной продукции требует определенных энергетических затрат. Самым энергоемким процессом считается сушка высоковлажных и сахаросодержащих продуктов: винограда, дыни, инжира, груш, яблока и др. Так, для получения 1 кг сушеной продукции из различного сельхозсырья следует удалить от 4,2 до 8,5 кг влаги, в пересчете на тепло это может составить от 10000 до 21500 кДж. КПД многих сушильных установок, используемых в овощесушильной отрасли, не превышает 55% [1-3].

Приведенные данные показывают острую необходимость в повышении энергетической эффективности сушильных установок путем использования наилучших достижений современной техники и технологических приемов, возможности рекуперации теплоты отработанного сушильного агента и оптимизации режимов сушки.

До настоящего времени многие производители сухофруктов обосновывали повышение производительности за счет экстенсивных методов сушки, т.е. за счет увеличения габаритных размеров сушильных установок и их автоматизации (на примере «Sandwic» – Швеция, «Yamoto» – Япония, «Israel» – Израиль, FMC – США, СКО-90 – Россия и др.), то сейчас ставится задача интенсификации процесса и сокращения длительности его протекания.

Современная теория оптимального управления технологическими процессами позволяет выбрать различные критерии оптимизации сушки, но вместе с тем следует отме-

тить, что оптимизация режимов работы сушильной установки для отдельного вида продукта ограничивает её использование при сушке других видов растительного сырья. Поэтому необходим переход от оптимизации к выбору рациональных и режимных параметров, расширяющих диапазон и сферу применения этих сушилок.

Повышение энергетической эффективности сушилок может быть достигнуто путем рационального использования отработанного теплоносителя, обладающего значительной энтальпией, что обуславливает целесообразность использования его как вторичного источника энергии.

Объект исследования

Близкое совпадение графиков максимального поступления солнечной радиации ($680-1200 \text{ вт/м}^2$) и низкой относительной влажности окружающего воздуха для региона Узбекистана, массового созревания овощей и плодов по времени благоприятствует широкому использованию солнечной энергии для сушки сельхозпродуктов [4-6].

Объектом исследования является разработанная нами комбинированная солнечно-топливная сушильная установка для сушки сельскохозяйственных продуктов [7]. На рисунке 1 показан общий вид установки; на рисунке 2 – различное положение флюгерного затвора; на рисунке 3 – варианты движения сушильного агента при различных положениях флюгерного затвора.

Сушилка содержит две параллельно расположенные прямоугольного сечения рабочие камеры 1 и 2 с дверцами 3, продуктовые тележки 4, вентилятор 5, основной 6 и промежуточный 7 электрокалориферы, основной воздухораспределительный коллектор 8. Последний состоит из двух зеркально расположенных рукавов 9, сходящих нижними концами к камерам 1 и 2, а верхними примыкает к распределительному коробу 10 с поворотной заслонкой 11.

Между камерами 1 и 2 расположен вспомогательный коллектор воздуха 12 с патрубками 13 для поступления и выхода теплоносителя и снабжен флюгерным затвором 14 V-образной формы, а в верхней части – расположено окно 15, сообщающееся с всасывающим патрубком 16 вентилятора 5. Междукамерное пространство 17 разделено продольной перегородкой 18 на две части и заполнены бутыми теплоаккумулирующими элементами 19. Наружные боковые стенки камер 1 и 2 и их верхняя поверхность покрашены в черный цвет смесью «черный никель», обладающей светопоглощающей способностью 0,92-0,94.

ками 13 для поступления и выхода теплоносителя и снабжен флюгерным затвором 14 V-образной формы, а в верхней части – расположено окно 15, сообщающееся с всасывающим патрубком 16 вентилятора 5. Междукамерное пространство 17 разделено продольной перегородкой 18 на две части и заполнены бутыми теплоаккумулирующими элементами 19. Наружные боковые стенки камер 1 и 2 и их верхняя поверхность покрашены в черный цвет смесью «черный никель», обладающей светопоглощающей способностью 0,92-0,94.

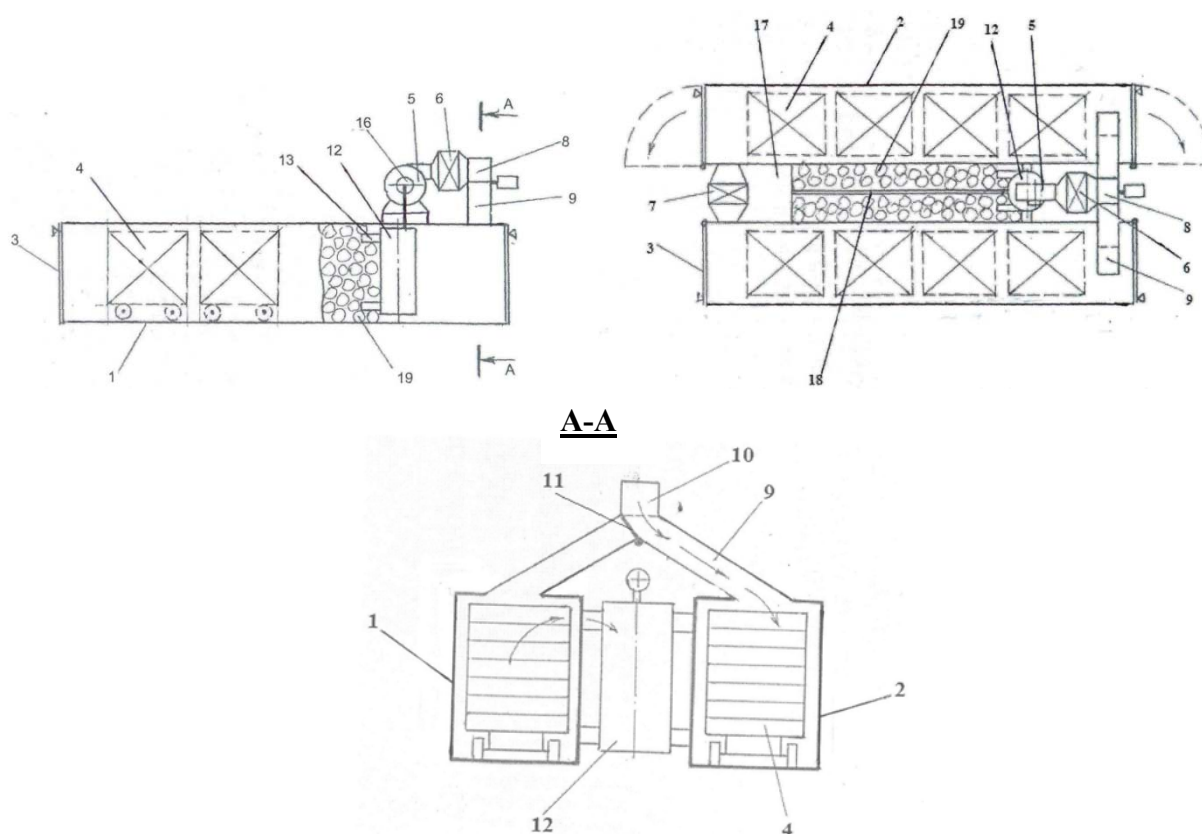


Рис. 1. Комбинированная солнечно-топливная сушильная установка для сушки сельскохозяйственных продуктов (в двух проекциях)

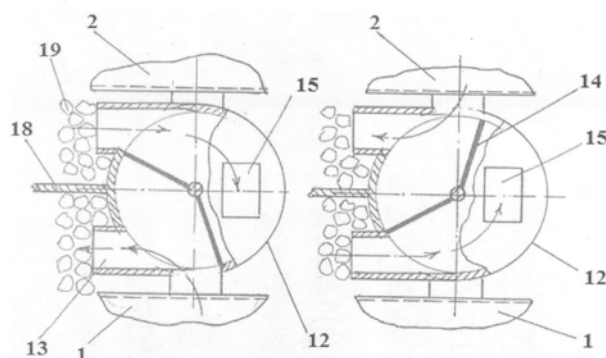


Рис. 2. Различные положения флюгерного затвора

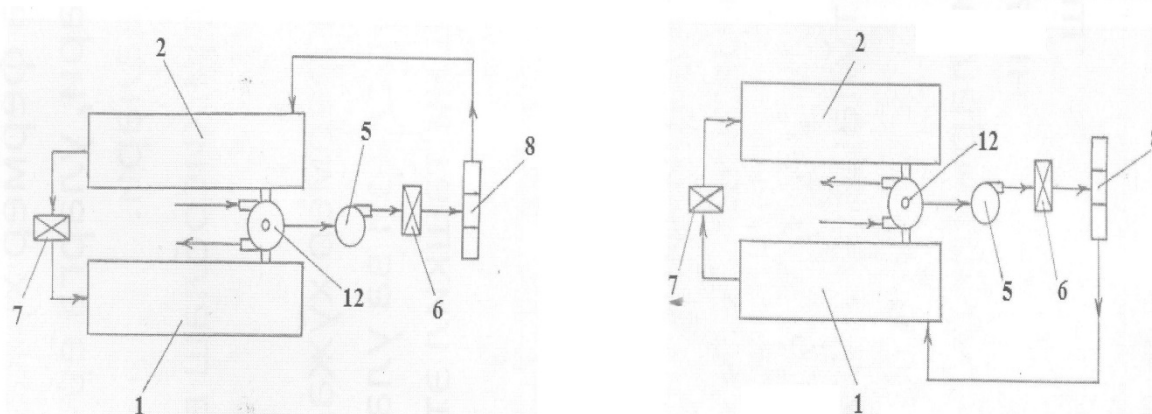


Рис. 3. Варианты движения сушильного агента при различных положениях флюгерного затвора

Сушильная установка работает следующим образом. После загрузки обеих камер продуктом включают систему воздухо- и теплообеспечения: вентилятор 5 и электрокалориферы 6 и 7. При этом воздух из междуканального пространства 17 через патрубок 13 поступает во вспомогательный коллектор 12 и через всасывающий патрубок 16 поступает в вентилятор 5. Последний перекачивает воздух через основной электрокалорифер 6, подогревает воздух до заданной температуры ($t \leq 55 - 90^\circ C$) и через распределительный короб 10 в зависимости от положения поворотной заслонки 11 поступает в одну из сушильных камер. Далее воздух обдувает слой продукта, уложенные на поддоны, и через промежуточный электрокалорифер 7 опять подогревается до требуемой температуры и поступает в следующую камеру.

Теоретические обоснования и анализ

Рассмотрим закономерность формирования тепловой эффективности сушильной установки, состоящей только из солнечного коллектора (зачерненная поверхность камер).

Тепловая мощность, подводимая к сушильной камере, определяется выражением [8]:

$$Q_{надов} = \eta_{mn} \left[\eta_{онм} q_{над} - k_{np} (t_f - t_o) \right] F_{фр}, \quad (1)$$

где η_{mn} – коэффициент эффективности теплоприемника солнечного коллмктора;

$\eta_{онм}$ – коэффициент эффективности поглощения солнечной радиации поверхностью камер;

$q_{над}$ – плотность потока падающей радиации на фронтальную поверхность камер;

k_{np} – приведенный на единицу лучепоглощающей поверхности коэффициент суммарных теплотерь коллектора;

t_f – средняя по длине камер температура теплоносителя;

t_o – средняя температура теплоносителя в теплоотводящем канале;

$F_{фр}$ – площадь фронтальной лучепоглощающей поверхности камер.

С другой стороны, эта тепловая мощность равна

$$Q_{подв} = G_g c_g (t_1 - t_o), \quad (2)$$

где G_g и c_g – соответственно, расход и удельная теплоемкость сушильного агента (воздуха);

t_1 – температура воздуха, нагретая за счет солнечной радиации;

t_o – температура воздуха при окружающей среде.

В свою очередь, тепловая мощность, генерированная в солнечном коллекторе, расходуется на испарение влаги из высушиваемого продукта в установке $Q_{пол}$ на компенсацию тепловых потерь через стенки камеры Q_{mn} и уносится с отработанным сушильным агентам $Q_{сб}$, т.е.

$$Q_{подв} = Q_{пол} + Q_{mn} + Q_{сб}. \quad (3)$$

Значения слагаемых определяются из соответствующих выражений:

$$Q_{пол} = G_{вл} r, \quad (4)$$

$$Q_{mn} = \sum k_i F_i (t_k - t_o), \quad (5)$$

$$Q_{сб} = G_g c_g (t_2 - t_o), \quad (6)$$

где $G_{вл}$ – интенсивность испаряемой влаги из продукта;

r – скрытая теплота парообразования;

k_i и F_i – соответственно, коэффициент тепловых потерь и поверхность теплообмена i -той стенки камеры;

\bar{t}_k – средняя по длине камеры температура сушильного агента;

t_2 – температура отработанного сушильного агента.

Для солнечных сушильных установок рассматриваемого типа характерно повышение температуры воздуха от t_o до t_1 и уменьшение в сушильной камере от t_1 до t_2 по направлению его движения. В связи с этим среднее значение температуры сушильного агента \bar{t}_f в формуле (1) и \bar{t}_k в формуле (5) определяется из отношений:

$$\bar{t}_f = \frac{t_1 - t_o}{\ln t_1/t_o} \quad (7)$$

$$\bar{t}_k = \frac{t_1 - t_2}{\ln t_1/t_2} \quad (8)$$

Значения тепловой эффективности солнечного коллектора η_c и сушильной камеры η_k определяются из общеизвестных отношений:

$$\eta_c = Q_{подв} : Q_{над} \quad (9)$$

$$\eta_k = Q_{пол} : Q_{подв}, \quad (10)$$

где $Q_{над}$ – поток суммарной падающей радиации на фронтальную поверхность камер:

$$Q_{над} = q_{над} \cdot F_{фр}. \quad (11)$$

Определив $Q_{пол}$ из (3) и подставив полученное в отношение (10), получим

$$\eta_k = 1 - \frac{Q_{mn} - Q_{сб}}{Q_{подв}}. \quad (12)$$

Общая тепловая эффективность сушильной установки определяется как произведение (9) и (10), т.е.

$$\eta = \eta_c \cdot \eta_k = Q_{пол} : Q_{над}. \quad (13)$$

Подставляя значения η_c и η_k , соответственно, из (9) и (10) в (13) с учетом значений $Q_{пад}$, $Q_{пол}$ и $Q_{над}$ из (2), (1), (4), (5) и

(6), а также \bar{t}_f и \bar{t}_k из (7) и (8) после соответствующих математических преобразований, получаем:

$$\eta = \eta_{mn} \left[\eta_{omm} - \frac{k_{np}}{q_{над}} \left(\frac{t_1 - t_o}{\ln \frac{t_1}{t_o}} - t_o \right) \right] \cdot \left[1 - \frac{t_2 - t_o}{t_1 - t_o} - \frac{\sum k_i F_i \left(\frac{t_1 - t_2}{\ln \frac{t_1}{t_2}} - t_o \right)}{\eta_{mn} \cdot q_{над} \cdot F_{фр} \left[\eta_{omm} - \frac{k_{np}}{q_{над}} \left(\frac{t_1 - t_o}{\ln \frac{t_1}{t_o}} - t_o \right) \right]} \right]. \quad (14)$$

Практические результаты

На рисунке 4 приведены кривые зависимости тепловой эффективности сушильной установки (η) от температуры нагрева зачерненной поверхности камеры (t_1) и на выходе из сушильной камеры (t_2) построенная на основе решения (14) при $\eta_{mn} = 0,85$; $\eta_{omm} = 0,70$; $k = 7,0 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C}$; $q_{над} = 700 \text{ Вт/м}^2$; $\sum k_i \cdot F_i / F_{фр} = 1,0$ и $t_o = 35^\circ\text{C}$, которые в первом приближении близки к реальным эксплуатационным характеристикам солнечно-топливных установок конвективного типа.

Как следует из графиков рисунка 4, при прочих равных условиях повышение температуры отработанного сушильного агента (t_2) приводит к снижению тепловой эффективности сушилки. Так, при $t_1 = 80^\circ\text{C}$ повышение t_2 от 35°C (в период постоянной скорости сушки) до 50°C в завершающей стадии процесса сушки уменьшение η составляет от 0,38 до 0,23, т.е. на 39,5%.

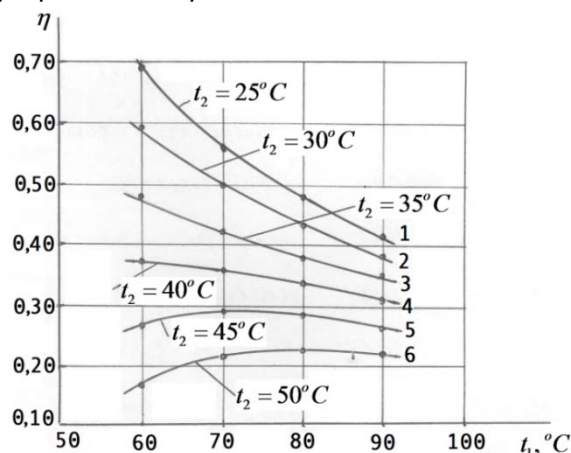


Рис. 4. Зависимость эффективности сушильной установки от температуры нагрева поверхности камеры (t_1) и на выходе из сушильной камеры (t_2)

Из графиков также следует, что зависимость $\eta = f(t)$ практически линейная лишь при $t_2 = 35^\circ\text{C}$. При $t_2 = 45^\circ\text{C}$ при повышении $t_1 = 70^\circ\text{C}$ значение η сначала растёт до 0,29, а затем падает. При $t_2 = 50^\circ\text{C}$ значение максимальной эффективности η приходится на $t_1 = 80^\circ\text{C}$ и соответствует 0,24.

Таким образом, на основе решения (14) и графических зависимостей $\eta = f(t_1, t_2)$ представляется возможным оптимизировать температуру сбросового сушильного агента.

Энергосберегающий режим эксплуатации сушильной установки также возможен с использованием регенеративных насадочных аккумуляторов тепла.

Во втором периоде процесса сушки, когда температура сушильного агента на выходе из камер становится выше температуры мокрого термометра (t_m), например на $8-10^\circ\text{C}$ и более, сушильный агент пропускается через бытовой насадочный аккумулятор тепла, отдаёт свое тепло насадке и выбрасывается в окружающую среду. В ночное время всасываемый воздух проходит через бытовую насадку и подогревается за счет аккумулированной энергии. Регулятор температуры в режиме «включено-отключено» снижает мощность основного теплоисточника и тем самым обеспечивается энергосберегающий режим.

Габаритные, тепло- и аэродинамические характеристики регенеративных насадочных аккумуляторов определяются в зависимости от производительности сушильной установки с учетом теплофизических свойств насадки, её порозности и габаритов элементов насадки.

Как показали результаты предварительных исследований, экономия тепла в процессе сушки сельхозпродукции по предлагаемой схеме составляет 27-28%, в т.ч. 14-15% от использования солнечной радиации и до 14% за счет регенерации сбросового тепла через насадочные аккумуляторы.

Выводы

1. Выведена аналитическая зависимость для определения КПД сушильной установки солнечно-топливного типа.
2. Установлено влияние температуры сбросового сушильного агента на КПД тепло-

вой эффективности конвективной сушильной установки.

3. Предложена конструктивно-технологическая схема сушильной установки с использованием лучепоглощающей поверхности камер и теплоаккумулирующей насадки.

Библиографический список

1. Искандаров З.С. Комбинированные солнечно-топливные сушильные установки. – Ташкент: Фан, 2005. – 187 с.
2. Рахматов О. Реализация и эксплуатация гибких производственных систем комплексной безотходной переработки продуктов виноградарства. – Ташкент: Фан, 2015. – 112 с.
3. Хусаинов У.М. Сушка плодов и винограда с использованием аккумулированной солнечной энергии. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 204 с.
4. Мирзаев М.М. Пути повышения продуктивности и улучшения качества сушеного винограда в Узбекистане. – Ташкент: Меҳнат, 2002. – 192 с.
5. Рахматов О. Разработка комплексной мини-линии по переработке винограда на кишмиш для сельхозпредприятий малой и средней мощности // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2014. – № 2 (112) – С. 138-142.
6. Kocsis K. The use of agricultural residues for corn drying and stall heating // Energy Conservation and Use of Renewable Energies in the Bio-Industries. – Proc. 2nd Intl Seminar, Oxford, 6-10 Sept. 1982.
7. Патент № 7143 (112) «Комбинированная солнечно-топливная сушильная установка для сушки сельскохозяйственных продуктов» / Рахматов О., Нуриев К.К., Юсупов А.М., Фирдавс Орифжон угли; опубл. в «Официальный вестник», 2014. – № 11.
8. Magnusson D. Energy Economics for Equipment Replacement // IEEE Trans. on Industry Application. – 1984. – Vol. 20 (2). – P. 402-406.

References

1. Iskandarov Z.S. Kombinirovannyye solnechno-toplivnyye sushil'nye ustanovki. – Tashkent: Fan, 2005. – 187 s.
2. Rakhmatov O. Realizatsiya i ekspluatatsiya gibkikh proizvodstvennykh sistem kompleksnoi bezotkhodnoi pererabotki produktov vinogradarstva. – Tashkent: Fan, 2015. – 112 s.
3. Khusainov U.M. Sushka plodov i vinograda s ispol'zovaniem akkumulirovannoi solnechnoi

energii. – М.: Legkaya i pishchevaya promyshlennost', 1983. – 204 s.

4. Mirzaev M.M. Puti povysheniya produktivnosti i uluchsheniya kachestva sushenogo vinograda v Uzbekistane. – Tashkent: Mekhnat, 2002. – 192 s.

5. Rakhmatov O. Razrabotka kompleksnoi mini linii po pererabotke vinograda na kishmish dlya sel'khozpredpriyatii maloi i srednei moshchnosti // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2014. – № 2 (112). – S. 138-142.

6. Kocsis K. The use of agricultural residues for corn drying and stall heating // Energy

Conservation and Use of Renewable Energies in the Bio-Industries. – Proc. 2nd Intl Seminar, Oxford, 6-10 Sept. 1982.

7. Patent № 7143 (112) «Kombinirovannaya solnechno-toplivnaya sushil'naya ustanovka dlya sushki sel'skokhozyaistvennykh produktov» / Rakhmatov O., Nuriev K.K., Yusupov A.M., Firdavs Orifzhon ugli. – Opubl. «Ofitsial'nyi vestnik», 2014. – № 11.

8. Magnusson D. Energy Economics for Equipment Replacement // IEEE Trans. on Industry Application. – 1984. – Vol. 20 (2). – P. 402-406.



УДК 628.1

Ю.В. Корчевская, Г.А. Горелкина
Yu.V. Korchevskaya, G.A. Gorelkina

ВОЗМОЖНОСТИ РЕГУЛИРОВАНИЯ БЕСПЕРЕБОЙНОЙ ПОДАЧИ ВОДЫ В СЕТЬ МАЛЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

THE POSSIBILITIES OF CONTINUOUS WATER SUPPLY CONTROL IN NETWORKS OF SMALL SETTLEMENTS

Ключевые слова: система водоснабжения, схема водоснабжения, насосы, насосные станции, преобразователь частоты, напор, расход, водонапорная башня, водопроводная сеть.

Рассмотрены два варианта проектирования бесперебойной подачи воды в сеть: с установкой водонапорной башни и с установкой преобразователя частоты. Объектом исследования послужила система водоснабжения деревни Черноморка Полтавского района Омской области. Для двух вариантов приняты соответствующие схемы водоснабжения, выполнен подбор насосного оборудования. В качестве основного оборудования в насосной станции второго подъема размещены хозяйственный и пожарный насосы. Для первого варианта подобраны марки насосов: хозяйственный насос типа NK 40-125/142, пожарный насос типа NB 65-200/162; для второго варианта – насос типа NB 65-315/314. Предусмотрены хозяйственный и пожарный насосы, имеющие одинаковые стандартные характеристики. Для регулирования скорости электропривода предусмотрен преобразователь частоты. Регулирование методом изменения скорости вращения вала электропривода за счет изменения числа оборотов обеспечивает требуемую величину напора в системе. Регулирование числа оборотов – это единственный способ, обеспечивающий минимально необходимый расход при оптимальном КПД привода. При этом пожарный насос программируется на пропуск пожарного расхода в час максимального потребления. Для подбора преобразователя частоты определен диапазон частот, построены универсальные характеристики насоса на основе закона динамического подобия. Принят преоб-

разователь частоты Grundfos CUE. Преимуществами применения частотно-регулируемого электропривода являются экономия электроэнергии, исключение гидроударов, значительная экономия воды за счёт оптимизации давления в сетях и уменьшения разрывов трубопроводов и т.д. Для окончательного вывода о целесообразности применения того или иного варианта исходя из графиков потребления воды и зависимости мощности, потребляемой насосом от производительности, необходимо определить примерную экономию электроэнергии от применения частотно-регулируемого привода.

Keywords: water supply system, water supply scheme, pumps, pump stations, frequency converter, pressure, consumption, water tower, water supply network.

Two design variants of continuous water supply in a network are discussed: with a water tower installation and with a frequency converter installation. The research target was the water supply system in the rural settlement Chernomorka of the Poltavskiy District of the Omsk Region. The corresponding schemes of water supply were developed for both variants and the pump equipment was selected. The utility pump and fire-water pump were installed in the second stage pump station as the main equipment. The following pumps were chosen: NK 40-125/142 utility pump and NB 65-200/162 fire-water pump (the first variant); NB 65-315/314 pump (the second variant). The utility and fire-water pumps with identical standard specifications were chosen. To control the electric