

УДК 662.997.534.

Ташиев Нургазы Мамазакирович

к.т.н., доцент,

Ошский технологический университет им. М.М.Адышева

Ташиев Нургазы Мамазакирович

т.и.к., доцент,

М.М.Адышев ат. Ош технологиялык университети

Tashiev Nurgazy Mamazakirovich

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Osh Technological University named after. MM. Adysheva

Дилишатов Өскөнбай Ураимович

к.т.н., доцент,

Кыргызско-Узбекский Международный Университет им. Б.Сыдыкова

Дилишатов Өскөнбай Ураимович

т.и.к., доцент,

Б. Сыдыков атындагы Кыргыз-Өзбек эл аралык университети

Dilishatov Oskonbay Uraimovich

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Kyrgyz-Uzbek International University named after Batyraly Sydykov

**ВЛИЯНИЯ ХАРАКТЕРА ДВИЖЕНИЯ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ НА СКОРОСТЬ СУШКИ
ПРОДУКТОВ**

Аннотация. Предметом исследования в данной работе является использование сельскохозяйственной продукции в порошковом виде путем ее сушки с помощью солнечной энергии с учетом потери продуктивности некоторых видов сельскохозяйственной продукции в условиях Кыргызстана. Целью данной работы является изучение результатов исследования влияния характера движения теплоаккумулирующего устройства на скорость сушки изделий. В результате экспериментального метода изучено влияние одноходового и двухходового движения холодильника в сушильной камере на скорость сушки изделий. Следует отметить, что при наблюдаемых скоростях охлаждающей воды в устройствах типа «горячий ящик», в том числе в радиационно-конвективных солнечных осушителях, реализуется ламинарный режим течения естественным движением теплоносителя (0,1-0,4 м/с). Приведены результаты сушки томатов и моркови, редьки и тыквы в сушильной камере с односторонним и двусторонним движением теплоаккумулирующего устройства. По результатам исследований можно сделать следующие выводы: необходимо не только обеспечить высокие показатели испарения влаги из сельскохозяйственной продукции, но и обеспечить быстрое и своевременное удаление влаги из сушильной камеры. В противном случае уменьшится потенциал испарения, который выражается как разность парциальных давлений водяных паров на поверхности изделия и в окружающей среде (в данном случае - объеме сушильной камеры). Своеобразие и научная ценность полученных в ходе исследования результатов определялась зависимостью закономерностей процесса сушки жидко-вязких сельскохозяйственных продуктов от вида и физических характеристик продуктов, солнечной радиации, и окружающей среды. Практическая значимость разработанных солнечных сушильных

устройств заключается в том, что они позволяют высушивать сельскохозяйственную продукцию в жидко-вязком состоянии до более низкой влажности и получать из продуктов порошок. Внедрение полученных результатов исследований в производство в дальнейшем поможет создать новые рабочие места и оживить экономику регионов.

Ключевые слова: солнечная энергия; сушильная установка; сельхозпродукты; остаточная влажность; порошковый продукт; испарение; масса; конденсация.

ЖЫЛУУЛУК КАРМООЧУ ТҮЗҮЛҮШТҮН КЫЙМЫЛЫНЫН АЗЫКТАРДЫН КУРГОО ЫЛДАМДЫГЫНА ТИЙГИЗГЕН ТААСИРИ

Аннотация. Бул жумушта изилдөөнүн предмети болуп Кыргызстандын шартында айыл чарба азыктарынын кээ бир түрүнүн түшүмдүүлүгүнүн жоготуусун эске алуу менен, аларды күн энергиясынын жардамында кургатуу менен айыл чарба азыктарынын күкүм түрүндө пайдалануу болуп эсептелет. Изилдөөлөрдүн максаты - жылуулуку кармоочу түзүлүштүн кыймылынын мүнөзүнүн азыктардын кургоо ылдамдыгына тийгизген таасирин аныктоо болуп саналат. Эксперименталдык ыкманын натыйжасында кургатуу камерасында муздаткычтын бир өтүү жана эки өтүү кыймылынын азыктардын кургоо ылдамдыгына тийгизген таасири изилденген. Изилдөөлөрдүн натыйжасында жылуулуку кармоочу түзүлүштүн бир жактуу жана эки тараптуу кыймылы менен помидорду жана сабизди, чамгырды жана ашкабакты кургатуу камерасында кургатуунун натыйжалары көрсөтүлдү. Алынган изилдөөлөрдүн жыйынтыгына ылайык: айыл чарба азыктарынан нымдын буулануусунун жогорку темптерин камсыз кылуу гана эмес, ошондой эле кургатуучу камерадан нымды тез, өз убагында чыгарууну камсыз кылуу зарыл экендиги белгиленген. Буюмдун бетиндеги жана айлана-чөйрөдөгү суу буусунун парциалдык басымдарынын айырмасы катары көрсөтүлүүчү буулануу потенциалы төмөндөгөндүгү көрсөтүлгөн. Изилдөөдөгү алынган жыйынтыктын өзгөчөлүгү жана илимий баалуулугу күн жардамында кургатуучу түзүлүштө суюк илешкек айыл чарба азыктарынын кургоо жараянынын мыйзам ченемдүүлүктөрүнүн азыктардын түрүнө жана физикалык мүнөздөмөсүнө, күн радиациясына, айлана чөйрөгө болгон көз карандылыгы аныкталды. Практикалык маанилүүлүгү иштелип чыккан күн аркылуу кургатуучу түзүлүштөр айыл чарба азыктарын суюк илешкек абалда төмөнкү арткан нымдуулукка чейин кургатууга жана азыктардын күкүмүн алууга мүмкүнчүлүк берет. Алынган изилдөөнүн жыйынтыктарын келечекте өндүрүштө ишке киргизүү жаңы иш орундарын түзүүгө, аймактардын экономикасын көтөрүүгө жардам берет.

Негизги сөздөр: күн энергиясы; күндөн кургатуучу түзүлүш; айыл чарба азыгы; нымдуулук; майдаланган азык; буулануу; масса; конденсация.

THE INFLUENCE OF THE CHARACTER OF HEAT CARRIER MOTION ON THE RATE OF DRYING OF PRODUCTS

Abstract. The subject of research in this paper is the use of agricultural products in powder form by drying them with solar energy, taking into account the loss of productivity of some types of agricultural products in the conditions of Kyrgyzstan. The purpose of this work is to study the results of a study of the influence of the nature of the movement of a heat storage device on the speed of drying products. As a result of the experimental method, the influence of one-way and two-way movement of the refrigerator in the drying chamber on the drying rate of products was studied. It should be noted that at the observed cooling

water velocities in «hot box» devices, including radiative-convective solar dryers, a laminar flow regime with natural movement of the coolant (0.1-0.4 m/s) is realized with). The results of drying tomatoes and carrots, radishes and pumpkins in a drying chamber with one-way and two-way movement of a heat storage device are given. Based on the research results, the following conclusions can be drawn: it is necessary not only to ensure high rates of moisture evaporation from agricultural products, but also to ensure quick and timely removal of moisture from the drying chamber. Otherwise, the evaporation potential will decrease, which is expressed as the difference in partial pressures of water vapor on the surface of the product and in the environment (in this case, the volume of the drying chamber). The originality and scientific value of the results obtained in the course of the study was determined by the dependence of the regularities of the process of drying liquid viscous agricultural products on the type and physical characteristics of the products, solar radiation and the environment. The practical significance of the developed solar dryers lies in the fact that they allow drying agricultural products in a liquid-viscous state to a lower humidity and obtaining powder from the products. The introduction of the obtained research results into production in the future will help create new jobs and revive the economy of the regions.

Key words: solar energy; drying plant; agricultural products; residual moisture; powder product; evaporation; mass; condensation.

Введение

Переработка сельскохозяйственных продуктов (СХП) в порошковидное состояние одновременно решает несколько проблем: снижение потерь урожая, решение проблемы с хранением (не нужно строить дорогостоящие хранилища и поддерживать в них микроклимат с помощью специального оборудования), существенно (в 8-10 раз) уменьшить транспортные расходы, отпадает необходимость охлаждать продукты во время транспортировки и т.д.[1].

Ежегодно в Кыргызстане производится несколько миллионов тонн фруктовой, плодовой и бахчевой СХП. По данным ученых, в условиях Кыргызстана, где отсутствует промышленные хранилища, доля теряемой продукции отдельных видов СХП достигает до 30%.

Нами исследовано влияние одноходового и двухходового движения теплоносителя в камере сушки на скорость сушки продуктов.

Следует отметить, что при наблюдающихся скоростях теплоносителя в установках типа «горячий ящик», в том числе и в радиационно – конвективных

солнечных сушильных установок (ССУ) при естественном движении теплоносителя (0,1- 0,4 м/с) будет иметь место ламинарное режим движения [2]. Действительно, критерий Рейнольдса [3],

$$Re = w d/v, \quad (1)$$

рассчитанная для геометрических размеров воздушного канала камеры сушки ССУ (ширина 780 мм, высота 35 мм и при значениях коэффициента кинематической вязкости воздуха в интервале температур от 20 до 800 С дают величины от 127 до 449). При этом предварительно рассчитан эквивалентный диаметр воздухопровода круглого сечения по выражению [4]:

$$d = 2ab/(a+b), \quad (2)$$

при котором для той же скорости движения теплоносителя, что и в канале прямоугольного сечения удельные потери давления на трение были бы равны.

Следовательно, режим движения теплоносителя в канале камеры сушки (КС) – ламинарный.

На рисунке 1 показано размещение поддонов с продуктами (томаты) в камере сушки ССУ с двухходовым движением теплоносителя [5].



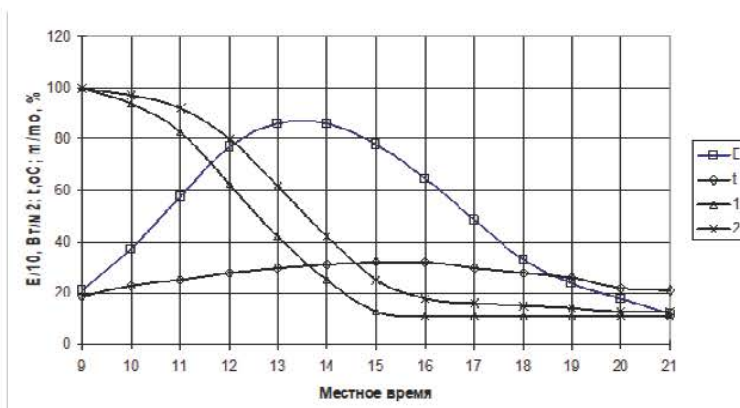
Рис.1 Размещение поддонов с продуктами (томаты) в камере сушки ССУ с двухходовым движением теплоносителя

При одноходовом (прямоточном) движении теплоносителя, как показали эксперименты, скорость движения теплоносителя больше, чем в случае двухходового движения теплоносителя. Это объясняется большим (почти в два раза) аэродинамическим сопротивлением каналов чем при одноходовом. В результате этого, испарившаяся с продуктов влага удаляется с камеры сушки медленнее, чем при одноходовом движении. В результате этого влага оседает на внутренней поверхности стеклянного ограждения камеры сушки сначала в виде пленочной, а затем,

по мере утолщения пленки - в виде капельной конденсации. Образующиеся капли частично падают обратно на продукты, тем самым увлажняют их и увеличивают продолжительность сушки.

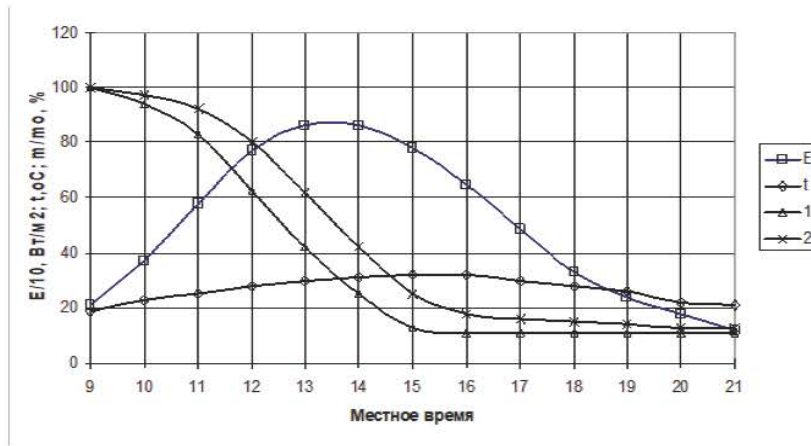
В ССУ с одноходовым движением теплоносителя пленка влаги и капельная конденсация происходят в редких случаях. Скорость движения теплоносителя здесь несколько высокая и она успевает вывезти ассимилированную ею влагу в атмосферу [6,7].

На рисунках 2 и 3 приведены результаты сушки томатов и моркови в КС с одноходовым и двухходовым движением теплоносителя.



E – плотность интегральной солнечной радиации; t – температура окружающего воздуха

Рис. 2. Результаты сушки томатов в КС с одноходовым (1) и двухходовым (2) движением теплоносителя



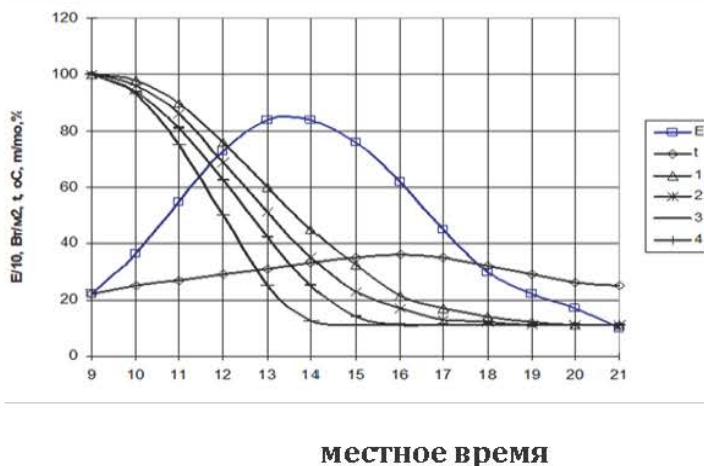
E – плотность интегральной солнечной радиации; *t* – температура окружающего воздуха

Рис. 3 Результаты сушки моркови в КС с одноходовым (1) и двухходовым (2) движением теплоносителя

Как видно из рисунка, скорость сушки в случае двухходового движения теплоносителя в целом на 15-25% меньше скорости сушки в КС с одноходовым движением теплоносителя.

Это является результатом большего (практически в 2 раза) аэродинамического сопротивления каналов КС с двухходовым движением теплоносителя, чем в КС с одноходовым движением.

Температуры продуктов в КС с двухходовым движением теплоносителя растут быстрее, чем в КС с одноходовым движением теплоносителя. Быстрее начинается испарение влаги с продуктов. Затем, в силу указанных причин скорость сушки замедляется. В конце сушки, когда интенсивность влагоудаления с продуктов падает, скорости сушки продуктов в обоих случаях движения теплоносителя практически выравниваются.



местное время

1, 2 – воздушно – солнечная сушка; 3, 4 – сушка с ССУ; 1 и 3 – с инфракрасным нагревательным элементом; 2 и 4 – радиационно – конвективная сушка.

Рис. 4 Результаты сушки моркови желтой в июле месяце

1, 2 – воздушно – солнечная сушка; 3, 4 – сушка с ССУ; 1 и 3 – с ИКНЭ; 2 и 4 – радиационно – конвективная сушка.

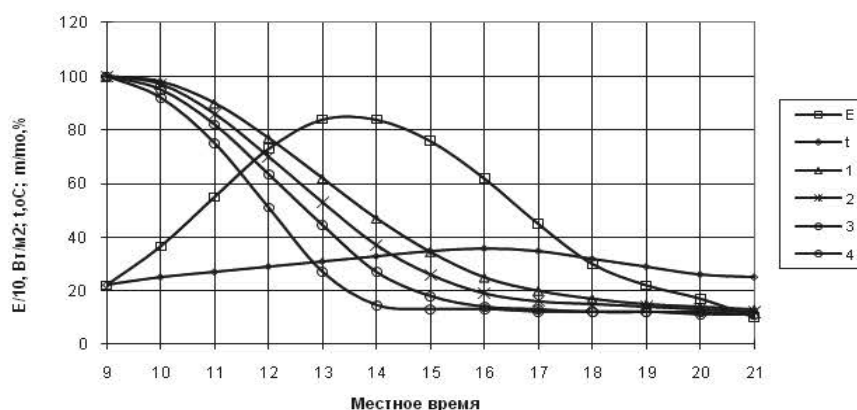


Рис. 5. Результаты сушки редьки и тыквы в июле месяце

Как показывают графики, при сушке жидковязких СХП в ССУ радиационно – конвективного типа, какими являются наши ССУ, испарение влаги с продуктов происходит особенно интенсивно. ССУ работают почти как солнечный опреснитель. Испаряющаяся с продуктов влага конденсируется на внутренней стороне стеклянного покрытия камеры сушки подобно опреснителю. После стадии пленочной конденсации образуются капли и они падают обратно на продукт. Это замедляет процесс сушки СХП. С другой стороны, это явление имеет и другую отрицательную сторону: слой воды дополнительно отражает проходящую через стеклянное покрытие солнечную радиацию и тем самым снижает инсоляцию в КС. Чтобы этого не происходило надо своевременно удалить влагу из КС и не дать конденсироваться на внутренней стороне стеклянного покрытия. Для этого должна быть увеличена скорость движения теплоносителя в КС.

При сушке меняется масса материала во времени. Зная начальное влагосодержание (в кг/кг) или абсолютную влажность (в %) и массу образца, можно по изменению его массы в процессе сушки рассчитать влагосодержание материала в различные моменты сушки. Полученная по опытным данным кривая выражает зависимость

среднего влагосодержания материала u от времени сушки τ :

$$u = f(\tau), \quad (3)$$

и называется кривой сушки. Кривая сушки показывает, как во времени продукт отдает влагу. Все материалы отдают влагу во времени неравномерно. В связи с этим процесс сушки подразделяется на различные периоды, имеющие свои особенности [8].

Выводы:

1. Выявлена необходимость обеспечить высокую скорость испарения влаги с продуктов, но и обеспечить быстрое, своевременное удаление влаги из камеры сушки. В противном случае потенциал испарения, выражающегося как разность парциальных давлений водяных паров у поверхности продукта и в окружающей среде (в данном случае в объеме камеры сушки) уменьшается;

2. Показано, что внедрение солнечной технологии получения порошков сельскохозяйственных продуктов в Кыргызской Республике, дает возможность существенно уменьшить потери урожая сельхоз культур, переработать сельхозпродукцию в долго хранящийся вид - порошок. Достигается большая экономия финансовых средств и материалов при хранении, транспортировке продукции.

Список литературы:

1. Лыков, А.В. Теория сушки [Текст] / А.В. Лыков. – М.: Энергия, 1968. - 472 с.
2. Исманжанов, А.И. Моделирование и расчет солнечных воздухонагревательных коллекторов [Текст] / А.И. Исманжанов, Ш.И. Клычев, М.С. Самиев. – Бишкек: Илим, 1979. - 188 с.
3. Прозоров, И.В. Гидравлика, водоснабжение и канализация городов [Текст] / И.В. Прозоров, Г.И. Николадзе, А.Б. Минаев. - М.: Высшая школа, 1975. - 420 с.
4. Русланов, Г.В. Отопление, вентиляция жилых и гражданских зданий [Текст]: Справочник / Г.В. Русланов, М.Я. Розкин. - Киев: Будивельник, 1983. - 272 с.
5. Пат. №1615. Кыргызская Республика, МПК6 F 24 J 2/46, F 26 B 17/09. Солнечная сушильная установка [Текст] / А.И. Исманжанов, К. Абдырахман уулу, Н.М. Ташиев.
6. Ismanzhanov, A.I. Development and research of the technology for powdering agricultural products using solar energy [Текст] / A.I. Ismanzhanov, N.M. Tashiev // Applied Solar Energy. - New York, 2016. - Vol. 52, Issue 4. - P. 256-258.
7. Ташиев, Н.М. Исследование скорости сушки жидковязких сельхозпродуктов на солнечных сушильных установках [Текст] / А.И. Исманжанов, К.А. Бокоев // Наука. Образование. Техника. - Ош: КУУ, 2017. - № 3-4. - С. 7-12.
8. Гинзбург, А.С. Основы теории и техники сушки пищевых продуктов [Текст] / А.С. Гинзбург. - СПб.: Университетская книга, 1997. - 728 с.