

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.14564148>

УДК:634.4

СОСТОЯНИЕ РАСЧЁТНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ТЕПЛОМАССОБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ СУШКЕ ПЛОДООБОЩНЫХ ПРОДУКТОВ

Каюмов Умиджон Ахмаджонович

Старший преподаватель Андижанского машиностроительного института

E-mail: qumid110@gmail.com

Сушка плодовоощных продуктов включающих широкое разнообразие; виноград, абрикос, яблоки, сливы, дыни, лук и др, представляет собой удаление влаги физическое взаимосвязанной с продуктом. как известно, виноград наряду с другими пищевыми продуктами растительного происхождения относится к коллоидно-капиллярно пористым материалом.

Сушка зависит от начальной конечной и равновесной влажности термостойчивости, физико-химического состава и тепло массообменных условий проведения процесса.

Энергоёмкость процесса сушки и интенсивность тепло-массообмена определяется формой связи с каркасом твердого тела. Этому учению были посвящены труды видных ученых; П.А.Ребиндери, А.В.Ликова, М.Ф.Козанчего, А.В.Дукаткина, Л.М.Никитиной, М. Полен, А.А.Резе, Г.Ф.Филоненко, А.С. Гинзбурга, П.Д.Лебедева, М.А.Гришина и много др [1, 2, 3, 4, 5, 6].

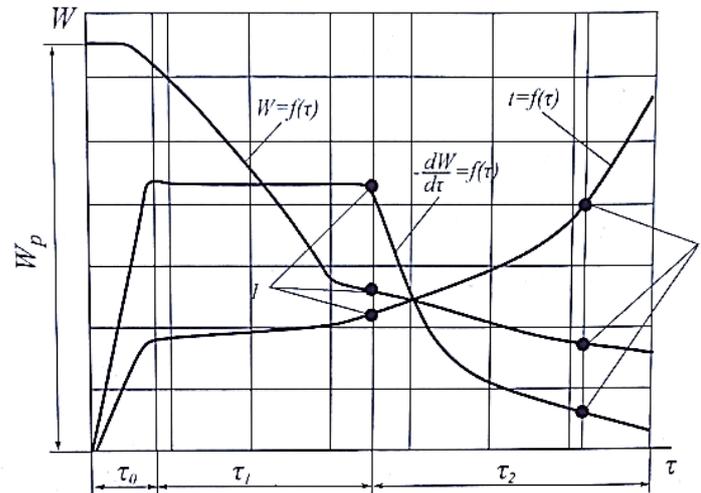
Основоположником теория связи влаги с материалом является П.А. Ребиндер, который обосновал термодинамическое состояние влаги в капиллярно-пористом теле.

М.А. Гришин[]указывает что теплота испарения капиллярно связанной влаги невелика и обычно составляет несколько процентов от суммарной теплоты испарения. В первую очередь удаляется физико механическая связанная связанная влага, а затем капиллярная вода в микропорах. Далее удаляется влага физико-химической связи состоящая из осмотической воды и адсорбированной влаги [7, 8, 9].

Основные закономерности процесса сушки характеризуются температурными кривыми, впервые введенными А.В.Ликовым. На рис1-

изображены кривые сушки капиллярно-пористых-коллоидных материалов; $W = f(\tau)$ -изменение влагосодержания по времени; изменение температуры во времени $t = f(\tau)$ и скорость сушки

$$dW/dt = f(\tau).$$



τ_0 —период прогрева; τ_1 —период постоянной скорости сушки;
 τ_2 —период убывающей скорости сушки;
1—первая критическая точка; 2—вторая критическая точка.

Рис1. Кривые сушки капиллярно пористого тела

Проанализируем процесс сушки. В начальный момент продукт быстро прогревается, достигая температуры мокрого термометра t_M причем она сохраняется до конца первого периода сушки. Начиная с $W_{кр}$, температура продукта повышается, а при достижении W_p , она становится равной температуре теплоносителя [10, 11, 12, 13, 14].

Для анализа процесса сушки, необходимо разделить рассмотреть каждый из двух периодов. Период постоянной скорости сушки - это период интенсивного испарения влаги, где скорость сушки постоянная. Для этого случая балансовое уравнение тепла конвективной сушки выглядит следующим образом:

$$dQ = (c_{св} G_{св} + c_{вл} G_{вл}) dt + [r + c_{pn}(Q_H - Q_U)] dG_{вл} \quad (1)$$

где dQ - текущее значение расхода теплоты на сушку, Дж/кг; $c_{св}$ - теплоёмкость воды, Дж/(кг.К); $G_{св}$ -количество испаряемой воды, кг/ч; $c_{сл}$ - теплоёмкость сушеного винограда, Дж/(ка.К);

$G_{вл}$ -количество высушиваемого винограда, кг/ч; dt - приращение температуры, К; r -теплота парообразования Дж/кг; Q_H, Q_U .- соответственно, температура в начале и в конце сушки, К; $dG_{вл}$ - приращения влаги за время dr [15, 16, 17].

С другой стороны для количества тепла, передаваемого конвекцией к поверхности тела за период $d\tau$, можно записать

$$dQ = \alpha F(Q_H - Q_U)d\tau \quad (2)$$

где F - поверхность испарения ягод гроздей, m^2 ;

α - коэффициент теплоотдачи, $Вт/(m^2 K)$,

Если учесть, что в первом периоде на поверхности продукта влажность больше гигроскопической, т.е. пар является насыщенным, можно записать [18, 19, 20].

$$\frac{d_{в\lambda}}{d\tau} = \frac{\alpha F(Q_H - Q_U) - (c_{св}G_{св} + c_{рн}G_{рн})\frac{d\theta}{d\tau}}{\tau} \quad (3)$$

Так как в первом периоде $(d\theta/d\tau)=0$, то скорость сушки практически будет зависеть только от произведения $\alpha F(\theta_H - Q_U)$, из-за пропорционально уменьшения F за счет усадки и изменения размеров объекта [21, 22].

Последнее означает уменьшение количества тепла, передаваемой продукту от теплоносителя. Кроме того, возникает новое направление расхода теплоуглубление зоны нагрева и испарение влаги. Таким образом, характерной особенностью второго периода является снижение скорости сушки. Причем, при достижении равновесной влажности температуры теплоносителя и продукта выравниваются и влагоотбор снижается до нуля.

Сушка продукта в конечном итоге представляет собой перенос влаги с поверхности в окружающую среду и изнутри материала на его поверхность. Это означает -под действием каких сил происходит этот перенос, что позволяет призадуматься о рациональном способе и приемов сушки, обеспечивающих максимальное сохранение качества при минимальных затратах на сушку [23, 24, 25].

При внешнем переносе влаги с поверхности материала теплоноситель омывает продукт в непосредственной близости и на поверхности образуется пограничный слой, в котором снижается скорость движения теплоносителя, что в свою очередь приводит к появлению градиента температуры и градиента влагосодержания газа. Последний приводит к увеличению парциального давления пограничного слоя относительно теплоносителя. Таким образом, в пограничном слоя развиваются явления, которые по разному влияют на скорость сушки. Тогда интенсивность испарения влаги с поверхности продукта для первого периода можно записать в виде

$$q_n = \alpha_m(p_m - p_n) \frac{760}{B} q \quad (4)$$

где q_m - интенсивность испарения влаги, $кг/(m^2*ч)$; α_m - диффузионный коэффициент массопереноса, $m^2/с$; p_m , p_n - порциальное давление до и после испарения влаги, Па;

В-барометрическое давление, Па, q - плотность дынь, кг/м³,

Испарение влаги с поверхности создает перепад влажности в продукте, в результате которого начинается перемещение влаги из внутренних слоев к поверхности [26, 27,].

Влагообмен между телом и окружающий средой характеризуется критерием Нуссельта

$$Nu_m = \frac{\alpha_m l}{\lambda_m} \quad (5)$$

где α_m ,- коэффициент массообмена, кг/(м²с): - характерный размер, м; коэффициент теплопроводности.

Подставляя значение α_m , в (4), получим

$$q_m = \frac{Nu_m \lambda_m}{l} (p_m - p_n) \frac{760}{B} \quad (6)$$

Для определения проф. А. В. Нестеренко получил следующее выражение

$$Nu_m = A Re^n Pr_m^{0.33} Gu^{0.135} \left(\frac{\theta_T}{\theta_{II}}\right) \quad (7)$$

где Nu_m - массообменный критерий Нуссельта; Re - число Рейнольдса характеризующий режим движения; Pr_m критерий Прандтля, характеризующий тепло-технические свойства материала; Gu – критерий Гухмана; A - поправочный коэффициент.

В период падающий скорости сушки интенсивность влагоотдачи зависит от разности концентраций влаги на поверхности продукта и теплоносителя

$$q_n = \beta \gamma (W_p - W_n) \quad (8)$$

Рассмотрим явление переноса тепла и вещества в их неразрывной связи, тогда аналитическое выражение основного закона переноса по А. В.Лыкову можно записать

$$q_m = -\alpha_m \gamma_0 \nabla W \quad (9)$$

Понятие коэффициента потенциалопроводности α_m является общим, как для переноса тепло, так и для перемещения влаги; характер зависимости α_m , зависит от влажности и температуры продуктом и обуславливается формой связи влаги с продуктом, Если направление градиентов влажности и температуры совпадают, то совпадают и направления соответствующих потоков влаги, которые в сумме дают общий поток влаги, определяемой выражением:

$$q_m = q_{m_0} + q_{m_\theta} = -\alpha_m \gamma_0 \nabla W - \alpha_m \gamma_0 \delta \nabla W \quad (10)$$

Для пользования данным выражением потоков влаги достаточно знать значения коэффициента потенциалопроводности α_m и градиентов температуры и тепло. Поэтому длительность сушки продукта до заданной кондиционной влажности определяется экспериментально. Результаты последних представляются в виде

кривых сушки и скорости сушки, которые требуют проведения сложных экспериментов и технических средств [28, 29, 30, 31, 32, 33].

Поэтому разными учеными разработаны аналитические методы определения продолжительности сушки.

Достоинством метода А. В. Лыкова является то, что он позволяет найти время сушки для любого значения влажности и учета режима сушки. Так для продолжительности первого и второго периодов сушки закономерность процесса определяется зависимостью:

$$\tau_c = \tau_1 + \tau_c = \frac{W_1 - W_{kp}}{N} - \frac{1}{k} \ln \frac{W_{kp} - W_p}{W_1 - W_p} \quad (11)$$

где W_{kp} , W_p , - критическая и расчетная влажности продукта, соответственно;

W_1 , W_2 - начальная и конечная влажности.

Развитие этого метода позволило В.В. Красникову предложить определить второй период сушки с использованием соответствующих коэффициентов сушки: $X_1 = \tan \varphi_1$ и $X_2 = \tan \varphi_2$

$$\tau = \frac{1}{N_\tau} (W_1 - W_{kp2}) + \frac{2,3}{X_1} \lg \frac{W_{kp1} - W_p}{W_{kp2} - W_p} + \frac{2,3}{X_2} \lg \frac{W_{kp2} - W_p}{W_2 - W_p} \quad (12)$$

При этом им доказано, что N_τ , - const

Формула для определения продолжительности сушки по О. Кришеру выглядит следующим образом:

$$\tau = \delta^2 \rho_0 \int_{\omega_1}^{\omega_2} \frac{d\omega}{q_m \delta} \quad (13)$$

Метод Риозо Тори и Шиня Хаяши базируется на анализе тепло – и массообмена во втором периоде и на совместном анализе интегральных кривых сушки с полями температуры и влагосодержания. Расчет продолжительности сушки для второго периода сушки выглядит следующим образом [34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42].

$$\tau_{II} = \frac{P_1 R_2}{\theta_T - \theta_{II}} \left\{ \left(\frac{1}{\alpha W_{kp2}} + \frac{R}{\lambda_1} \right) (W_{kp2} - W) - \frac{R}{\lambda_1} W_{kp2} \frac{n}{n+1} \left[1 - \left(\frac{W}{W_{kp2}} \right)^{\frac{n+1}{n}} \right] \right\}$$

(14)

Большой интерес представляет описание кинетики сушки, предложенное Б.С.Сажиным.

$$\frac{dW}{d\tau} = -k(A - W)(W - B) \quad (15)$$

Здесь особый интерес представляет то, что процесс сушки рассматривается как перевод материала из одного равновесного состояния в другое, вследствие изменения условий равновесия.

Решение уравнения (15) позволяет определить продолжительность сушки аналитическим выражением:

$$\tau = \frac{1}{k(A-B)} \ln \frac{(W_H-B)(A-W)}{(B-W_H)(W-B)} \quad (16)$$

Учитывая сложность процесс сушки, вследствие изменения ряда теплопроводность, параметров продукта (теплоемкость, теплопроводность, температуропроводность, масса и др.) для расчета продолжительности сушки был предложен метод Г.Ф.Филоненко [43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50], описываемый уравнением

$$\tau = \frac{1}{N_\tau} (W_1 - W_{kp}) + A \int_{W_2}^{W_{kp}} \frac{dW}{(W_2 - W_p)} + \beta (W_{kp} - W_2) \quad (17)$$

Из вышеописанных методов наибольшее применение получил метод А. В. Лыкова с использованием коэффициента сушки и метод Г.К. Филоненко. Но все приведенные методы определения требуют довольно сложных расчетов и проведения экспериментов, а то время, когда можно изыскать более простые способы аналитического описания продолжительности сушки, характеризуемые процессом переноса влаги, Кроме того, в этих научных исследованиях допускалась некоторая несогласованность условий протекания процесса тепло - и массообмена при пояснении физического смысла протекающих явлений. Это можно видеть из анализа результатов научных исследований, применительно прохождения процесс влагоотбора в экспоненциальном пространстве [51, 52, 53, 54, 55].

Литературы

- 1.Хожиматов, А. А., & Мухаммадисаков, А. И. (2023). Общая характеристика коррозионно-активных сельскохозяйственных сред. *Scientific Impulse*, 1(8), 1014-1021.
- 2.Хожиматов А. Innovatsion gultuvak //Talqin va tadqiqotlar. – 2023. – Т. 1. – №. 20.
- 3.Хожиматов А. А. et al. Qishloq xojalik texnikalari metal qismlariga agressiv muhitning ta'siri //international conferences. – 2023. – Т. 1. – №. 2. – С. 496-503.
- 4.Хожиматов А. А., Мамажонов З. А. Mavsumiy qishloq xo 'jalik texnikalarini ishlatish va saqlash shartlarining texnika sifatiga ta'siri //Educational Research in Universal Sciences. – 2023. – Т. 2. – №. 1. – С. 40-45.
- 5.Hozhimatov A. Analysis of destruction and protection of details of agricultural machinery //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2023. – Т. 383. – С. 04064.

6. Беккулов Б. Р., Ибрагимжанов Б. С., Рахмонкулов Т. Б. ПЕРЕДВИЖНОЕ СУЩИЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЗЕРНИСТЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ //Современные тенденции развития аграрного комплекса. – 2016. – С. 1282-1284.
7. Ибрагимджанов Б. Х., РЕКОМЕНДАЦИЙ П. ВОССТАНОВЛЕНИИ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ СПОСОБАМИ ПЛАЗМЕННОЙ НАПЛАВКИ И НАПЫЛЕНИЯ //JOURNAL OF INNOVATIONS IN SCIENTIFIC AND EDUCATIONAL RESEARCH. – 2023. – Т. 2. – №. 16. – С. 184-193.
8. Беккулов Б. Р., Ибрагимжанов Б. С., Тожибоев Б. М. Дон куриштининг замонавий курилмалари //Инновацион ривожланиш муаммолари: ишлаб чиккариш, таълим, илм-фан Вазирлик микёсидаги илмий-техникавий анжуман материаллари туплами.-Андижон: АндМИ. – 2017. – С. 381-385.
9. Ибрагимджанов Б. Х. и др. РОТОР ПЛАСТИКАЛАР ҲАРАКАТИНИ БАРҚАРОРЛАШТИРИШ //TA'LIM VA RIVOJLANISH Tahlili ONLAYN ILMIY JURNALI. – 2023. – Т. 3. – №. 4. – С. 323-331.
10. Ибрагимжонов Б. Х., Иминов Б. И., ўғли Зулфқоров Д. Р. УЗУМБОҒЛАР УЧУН КЎЧМА МЕХАНИК НАРВОНИГА ТАЪСИР ЭТУВЧИ КУЧЛАР ТАХЛИЛИ //Educational Research in Universal Sciences. – 2023. – Т. 2. – №. 2. – С. 473-480.
11. YO'LDASHEV B., MUKHRIDDIN S. Experimental Assessment of Parameters Influencing Crack Development in Concrete Structures //Science Promotion. – 2023. – Т. 1. – №. 1. – С. 1-5.
12. Kiliánová K., Kočková P., Kostolányová K. BREAKING BOUNDARIES IN EDUCATION: THE AI (R) EVOLUTION IN THE WORLD OF GRAPHIC DESIGN //ICERI2024 Proceedings. – IATED, 2024. – С. 9286-9292.
13. Mamasalievna M. G. Enhancing Engineering Computer Graphics Education: A Focus on AutoCAD Program for Student Learning //Texas Journal of Engineering and Technology. – 2024. – Т. 30. – С. 26-28.
14. Satvoldievna U. D. CURRENT ISSUES OF TRAINING UNDER THE CREDIT-MODULAR SYSTEM //European Journal of Emerging Technology and Discoveries. – 2024. – Т. 2. – №. 4. – С. 119-124.
15. Solijonov K. et al. First record of *Hemiclepsis marginata* (OF Müller, 1773)(Hirudinida: Glossiphoniidae) from the Ferghana Valley, Uzbekistan //Ecologica Montenegrina. – 2024. – Т. 75. – С. 74-84
16. Dilfuza U. et al. OILAVIY POLKLINIKALAR HAMSHIRALARINING ISH JARAYONLARINI AVTOMATLASHTIRISH VA IDENTIFIKATSIYALASH //FAN, JAMIYAT VA INNOVATSIYALAR. – 2024. – Т. 1. – №. 7. – С. 46-49.
17. Umarova D. GRAFIK FANLARNI O 'RGANISHDA KOMPYUTER DASTURLARINI O'QUV JARAYONIGA TATBIQ ETISH MUAMMOLARI //Conference on Digital Innovation: " Modern Problems and Solutions". – 2023.

18. Umarova D. S. Possibilities of the AutoCAD Program in Creating Electronic Textbooks for the Course "Engineering and Computer Graphics" //Texas Journal of Engineering and Technology. – 2023. – Т. 21. – С. 50-53.
19. Умарова Д. С. ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ГРАФИЧЕСКИХ РАБОТ //Universum: технические науки. – 2021. – №. 11-1 (92). – С. 38-40
20. UMAROVA, D. (2022). *Formation of creative creativity skills among students.* «НАУКА И ИННОВАЦИИ, ОБРАЗОВАНИЕ И ПЕДАГОГИКА: ВЫЗОВЫ ВРЕМЕНИ И КРЕАТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ».
21. UMAROVA, D. (2023). *BASIC DUTIES OF DIGITAL PRODUCTION.*
URL: <https://scienceweb.uz/publication/15891>
22. Джалилов М. Л., Хаджиева С. С., Иброхимова М. М. Общий анализ уравнения поперечного колебания двухслойной однородной вязкоупругой пластинки //International Journal of Student Research. – 2019. – №. 3. – С. 111-117.
23. Джалилов, М. Л., Хаджиева, С. С., & Алижонова, Х. (2024). КОЛЕБАНИЯ КУСОЧНО-ОДНОРОДНЫХ ДВУХСЛОЙНЫХ ПЛАСТИН. *Новости образования: исследование в XXI веке*, 2(20), 248-254.
24. Каюмов У. А., Хаджиева С. С. НЕКОТОРЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ПОРОШКОВЫХ СПЛАВОВ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ СПОСОБАМИ ПЛАЗМЕННОЙ НАПЛАВКИ И НАПЫЛЕНИЯ //The 4th International scientific and practical conference "Science and education: problems, prospects and innovations"(December 29-31, 2020) CPN Publishing Group, Kyoto, Japan. 2020. 808 p. – 2020. – С. 330.
25. Khadjieva S. S. VIBRATIONS OF PIECE-HOMOGENEOUS PLATES //Educational Research in Universal Sciences. – 2023. – Т. 2. – №. 2. – С. 488-496.
26. Хаджиева С. С. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ ВАЛОВ В МАШИНОСТРОЕНИИ //Научный Фокус. – 2023. – Т. 1. – №. 7. – С. 446-453.
27. Хаджиева С. С. СОВРЕМЕННЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ //Научный Фокус. – 2023. – Т. 1. – №. 1. – С. 1574-1580.
28. Хаджиева С. С., Алижонова Х. ВИДЫ ДЕФОРМАЦИЙ И ПРОЦЕСС ОБУЧЕНИЯ ИМ СТУДЕНТОВ //Новости образования: исследование в XXI веке. – 2023. – Т. 2. – №. 13. – С. 354-356.
29. АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЗУБЬЕВ ЭКСКАВАТОРОВ
З.Д. Рустамджон сын // ТВОРЧЕСКИЙ ЛЕКТОР. - 2023. - Т. 3. – нет. 34. - С. 179-182.
30. Ибрагимджонов Б. Х. , Иминов Б. Я. , сынок Зульфикаров Д. Р. ВИНОГРАДНИКИ ДЛЯ МОБИЛЬНЫЙ МЕХАНИК К ЛЕСТНИЦЕ ВЛИЯНИЕ ПЕРЕДАТЧИК ПОЛНОМОЧИЯ АНАЛИЗ //Образовательные исследования в области универсальных наук. - 2023. - Т. 2. – нет. 2. - С. 473-480.
31. Кадыров З., Зульфиков Д. ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ЗАПАРИВАНИЯ ПЕТУХА НА КАЧЕСТВО ШЕЛКА-СЫРЦА

- //Евразийский журнал академических исследований. - 2023. - Т. 3. – нет. 1 Часть 3. – С. 159-165.
32. Мамаджонов З. А., сын Зульфикоров Д. Р. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ МОРКОВИ НА РЕЖУЩУЮ КРОМКУ // МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОНФЕРЕНЦИИ . - 2023. - Т. 1. – нет. 2. - С. 476-481.
33. Хашимов Х.Х. и др. НА ОСНОВЕ РАБОТЫ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В НАШЕЙ РЕСПУБЛИКЕ ЭКСКАВАТОРОВ ПРОТИВ АБРАЗИВНОГО ПОЕДА ЗУБОВ СВИНЕЙ //Учебные исследования в области универсальных наук. - 2023. - Т. 2. – нет. 1 СПЕЦ. - С. 386-391.
34. Мамаджонов З.А. и др. АНАЛИЗ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МЕТОДОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЗУБЬЕВ ЭКСКАВАТОРОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В НАШЕЙ РЕСПУБЛИКЕ //МЕЖДУНАРОДНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ. - 2023. - Т. 1. – нет. 2. - С. 482-487.
35. Рустамджон огле З.Д. МЕТОДИКА МОДЕЛИРОВАНИЯ ПЕРВИЧНОЙ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ ЗУБЬЕВ ЛОЖКИ ЭКСКАВАТОРА // Новости Образование : исследование в XXI веке . - 2024. - Т. 2. – нет. 20. - С. 255-262.
36. Жуманиязов К., Мардонов Б., Эркинов З., Парпиев Х. Определения закона движения шарика, регулирующего равномерное распределение крутки вдоль пряжи / Изв.ВУЗов. Технология легкой промышленности. – Санкт Петербург, 2016. -№3. С. 27-30.
- 37.Эркинов З., Парпиев Х., Мелибоев У., Азизов И. Устройство для кручения пряжи / Перспективные изобретения и полезные модели Республики Узбекистан. -ПВРУз. 2011г. -№2. С. 196-197.
- 38.Yusupova, R. K. (2023). Advantages and disadvantages of compact yarn devices on spinning machines. Educational Research in Universal Sciences, 2(2), 458-466.
- 39.Рузматов, Ш., Юсупова, Р. К. (2024). ДАЛЬНЕЙШЕЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА КРУЧЕНОЙ НИТИ. Новости образования: исследование в XXI веке, 2(20), 292-299.
- 40.Юсупова, Р. К. (2023). СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА КРУЧЕНОЙ НИТИ. Научный Фокус, 1(7), 507-516.
- 41.Юсупова, Р. К. (2023). УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УСТРОЙСТВА КРУТИЛЬНОЙ МАШИНЫ. JOURNAL OF INNOVATIONS IN SCIENTIFIC AND EDUCATIONAL RESEARCH, 6(3), 163-171.
- 42.Rano Y., Asadillo U., Go'Zaloy M. HEAT-CONDUCTING PROPERTIES OF POLYMERIC MATERIALS //Universum: технические науки. – 2021. – №. 2-4 (83). – С. 29-31.
43. Эрматов К. М. Обоснование параметров приспособления к хлопковой сеялке для укладки фоторазрушаемой пленки на посевах хлопчатника. Автореф. канд. дисс. Янгиюль, 1990. – 1990.
44. Эрматов К. М. Вращающий момент бобины с пленкой //Высшая школа. – 2017. – №. 1. – С. 117-118.
- 45.Шакиров Б.М., Абдухалилов О.А. Ё., Сирочов А.М. Ё.НАСОС СТАНЦИЯЛАРНИНГ СУВ ОЛИБ КЕЛУВЧИ КАНАЛИНИНГ ГИДРАВЛИК

- ҲИСОБИНИ БАЖАРИШ ВА ЧЎКИНДИЛАР БИЛАН КУРАШИШ (УЛУҒНОР НАСОС СТАНЦИЯСИ МИСОЛИДА) //Academic research in educational sciences. – 2022. – Т. 3. – №. 7. – С. 183-189.
- 46.Шакиров, Б., Эрматов, К., Абдухалилов О., & Шакиров, Б. (2023). ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ПО ИССЛЕДОВАНИЮ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ НАКАВИТАЦИОННЫЙ И ГИДРОАБРАЗИВНЫЙ ИЗНОС. *Scientific Impulse*, 1(5), 1737–1742. Retrieved from <http://nauchniyimpuls.ru/index.php/ni/article/view/3297>.
- 47.Kobuljon Mo‘minovich , E. ., Bobur Mirzo, S. ., & Oltinoy, Q. . (2023). BOMBA KALORIMETR ISHLASH JARAYONI VA XISOBI. *Scientific Impulse*, 1(5), 1800–1804. Retrieved from <http://nauchniyimpuls.ru/index.php/ni/article/view/3320>.
- 48.Шакиров Б. М. и др. КОНСТРУКТИВНЫЕ РАЗРАБОТКИ ПО СНИЖЕНИЯ ИНТЕНСИВНОСТИ ИЗНОСА ДЕТАЛЕЙ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ //Educational Research in Universal Sciences. – 2023. – Т. 2. – №. 1. – С. 18-22.
- 49.o‘g‘li Shakirov B. M. B., qizi Shokirova N. M. THE CONCEPT OF “FAMILY” IN PHRASEOLOGY //Educational Research in Universal Sciences. – 2023. – Т. 2. – №. 1 SPECIAL. – С. 497-500.
- 50.Qayumov U. A., Qosimov K. Z. IKKI QAVATLI PNEVMATIK QURITISH USKUNASI MISOLIDA MAYIZ TAYYORLASH UCHUN UZUMNING URUG ‘SIZ NAVLARINI ZAMONAVIY USKUNALARIDA QURITISH TECHNOLOGIYASI TAHLILI //Евразийский журнал академических исследований. – 2023. – Т. 3. – №. 9. – С. 20-23.
- 51.Qosimov K., Bekkulov B., Qayumov U. DEVELOPMENT OF A MODERN PNEUMATIC DRYER AND PROSPECTS FOR ITS SOLAR-TYPE WORKING PRINCIPLE //JOURNAL OF INNOVATIONS IN SCIENTIFIC AND EDUCATIONAL RESEARCH. – 2023. – Т. 6. – №. 3. – С. 200-205.
- 52.Qayumov U. PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF A MODERN PNEUMATIC DRYER OF SOLAR RADIATION TYPE AND THE PRINCIPLE OF ITS OPERATION //Open Access Repository. – 2022. – Т. 8. – №. 7. – С. 107-109.
- 53.Беккулов Б. Р., Атабаев К., Рахмонкулов Т. Б. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ШАЛЫ В СУШИЛЬНОМ БАРАБАНЕ //Бюллетень науки и практики. – 2022. – Т. 8. – №. 7. – С. 377-381.
54. Атабаев К., Мусабаев Б. М. ЗАДАЧА О РАСПРОСТРАНЕНИИ ВОЛН В БЛИЗИ РАСШИРЯЮЩЕЙСЯ ПОЛОСТИ ПРИ КАМУФЛЕТНОМ ВЗРЫВЕ //Научно-практические пути повышения экологической устойчивости и социально-экономическое обеспечение сельскохозяйственного производства. – 2017. – С. 1150-1153.
- 55.Беккулов Б. Р., Собиров Х. А., Рахманкулов Т. Б. РАЗРАБОТКА И ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ МОБИЛЬНОГО УСТРОЙСТВО ДЛЯ СУШКИ ШАЛА //Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы. – 2020. – С. 429-438.