

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И УСТОЙЧИВОСТИ ДВУХСЛОЙНЫХ КОМБИНИРОВАННЫХ ПЛИТ И ОБОЛОЧЕК С УЧЕТОМ ПОПЕРЕЧНОГО СДВИГА И ПОДАТЛИВОСТИ КЛЕЕВОГО ШВА

Дусматов Абдурахим Дусматович

Кандидат технических наук, доцент Ферганского политехнического
института

Хамзаев Иномжон Хамзаевич

Кандидат технических наук, доцент Ферганского политехнического
института

Рахмонов Абдухалим Тошпулат угли

Ассистент Ферганского политехнического института

Gmail: rahmonovabduhalim1993@gmail.com

АННОТАЦИЯ

В работе рассмотрено двухслойная комбинированная плита и цилиндрическая оболочка, армированная из композитных слоев, отличающихся по толщине и физико-механическим свойствам, а также исследовано влияние поперечного сдвига и податливости клеевого шва на напряженно деформированное состояние и устойчивость.

Ключевые слова: *напряженно-деформированное состояние, устойчивость, поперечный сдвиг, клеевой слой, перемещение, функция сдвига, касательные напряжения, прогиб, модуль сдвига шва.*

ABSTRACT

The paper considers a two-layer combined plate and a cylindrical shell reinforced with composite layers differing in thickness and physical and mechanical properties, as well as investigated the effect of transverse shear and compliance of the glue joint on the stress-strain state and stability.

Keywords: *stress-strain state, stability, transverse shear, adhesive layer, displacement, shear function, shear stresses, deflection, joint shear modulus.*

ВВЕДЕНИЕ

В работе излагаются результаты исследования прочности и устойчивости двухслойных плит и оболочек с композиционными армирующими слоями, с учетом поперечного сдвига и податливости клеевого шва. Учтены межслоевые сдвиги и механические характеристики, что позволяет оценить прочность и устойчивость с достаточно высокой точностью для инженерных задач.

ОБСУЖДЕНИЕ И РЕЗУЛЬТАТЫ

Исследование напряженно-деформированное состояние и устойчивости таких двухслойных комбинированных конструкций является сложной задачей современной механики и приобретает всё больше практическое значение. Подобные комбинированные двухслойные конструкции с применением композиционных материалов обладающие такими свойствами, как лёгкость, высокая прочность и транспортабельность, химическая стойкость к агрессивным средам. С каждым годом находят всё более широкое их применение в строительстве подземных сооружений, в химическом промышленности а также в различных отраслях промышленности.

Клеевые швы между слоями служат для обеспечения монолитности конструкций и существенно влияет на перераспределение усилий между слоями. При расчетах на прочность и устойчивость комбинированных конструкций, учет влияния клеевого слоя особо важен в случаях, когда конструкция подвержена температурным воздействиям или имеется опасность потери прочности и устойчивости двухслойных пластин и оболочек.

Конструирование слоёв с различными физико-механическими свойствами позволяет обеспечивать надежную работу в неблагоприятных производственных условиях. Применение двухслойных комбинированных плит с композиционными слоями существенно сокращает расход материалов, повышает надежность и долговечность конструкций и обладают различными положительными свойствами. Несущие слои некоторых металлокластиковых пластин и оболочек предназначены для восприятия основной части действующей нагрузки. Армирующие слои одновременно повышают несущую способность, долговечность, отпадает необходимость дополнительной защиты конструкции от других нежелательных агрессивных воздействий.

При эксплуатации двухслойных пластин и оболочек выполненных на основе металла и стеклопластика необходимо учитывать сдвиговые жесткости и работу склеивающего шва, так как он позволяет создавать надёжную конструкцию в неблагоприятных производственных условиях [1,3,4]. В современных машиностроительных конструкциях и химическом промышленности встречаются двухслойные плиты и оболочки, многослойные цилиндры, комбинированные конструкции, созданные на основе металла и композиционных материалов.

При решении задачи прочности двухслойных пластин оболочек за основу принимаются гипотезы, сформулированные С.А.Амбарцумяном [1,2] как гипотезы уточненной теории. В качестве примера рассматривается

комбинированные оболочки, состоящие из трех слоев, связанных между собой податливыми тонкими клеевыми швами, находящимися под действием внешних статических нагрузок.

Рассмотрим исследования напряженно-деформированное состояние двухслойной плиты с учетом поперечного сдвига композитных слоев и податливости клеевого шва [5,7]. Анализируется задачи устойчивости и прочности комбинированных двухслойных пластин и оболочек с учетом межслоевых сдвигов, построенных на основе металла и стеклопластика.

В работе рассматривается комбинированная плита слои которой связанных между собой податливым тонким клеевыми швами толщиной $\delta_{ш}$ находящиеся под действием внешних нагрузок.

Напряженно-деформированное состояние и устойчивости комбинированных плит определяются при следующих допущениях:

1) толщины ортотропных слоёв постоянные и оболочка испытывает только упругие деформации;

2) толщина несущего слоя значительно больше армирующего ($h > \delta$);

3) касательные напряжения $\tau_{\alpha\gamma}^{(i)}$, $\tau_{\beta\gamma}^{(i)}$, ($i=1,2$) – или соответствующие им деформации $e_{\alpha\gamma}^{(i)}$, $e_{\beta\gamma}^{(i)}$, по толщине оболочки меняются по заданному закону [1,8];

4) нормальное к срединной поверхности оболочки перемещение не зависит от координаты γ ;

5) давление между слоями отсутствует $\sigma_\gamma = 0$.

6) склеивающие слои между двумя несущими и армирующими слоями работают только на сдвиг в вертикальной плоскости. Склеивающий слой не воспринимает ни растягивающих, ни изгибных напряжений. Касательные напряжения действующие в этом слое, передаются на несущий и армирующие слои. Закон распределения этих напряжений в слоях может быть принят линейным, так чтобы удовлетворялись граничные условия для касательных напряжений на верхней и нижней поверхностях [3,9].

Деформации сдвига несущего слоя можно записать в виде:

$$e_{\alpha\gamma}^{(1)} = 0,5 \left(\frac{h^2}{4} - \gamma^2 \right) \Phi_1(\alpha, \beta) + \left(0,5 - \frac{\gamma}{h} \right) \frac{\tau_1(\alpha, \beta)}{G_{13}^{(1)}} \quad (1)$$

$$e_{\beta\gamma}^{(1)} = 0,5 \left(\frac{h^2}{4} - \gamma^2 \right) \Phi_2(\alpha, \beta) + \left(0,5 - \frac{\gamma}{h} \right) \frac{\tau_2(\alpha, \beta)}{G_{23}^{(1)}} \quad (2)$$

Деформации сдвига армирующих слоёв:

$$e_{\alpha\gamma}^{(2)} = \left(\frac{1}{2} + \frac{\gamma_1}{\delta_1} \right) \frac{1}{G_{\alpha\gamma}^{(2)}} \cdot \tau_1(\alpha, \beta) \quad (3)$$

$$e_{\beta\gamma}^{(2)} = \left(\frac{1}{2} + \frac{\gamma_1}{\delta_1} \right) \frac{1}{G_{\beta\gamma}^{(2)}} \cdot \tau_2(\alpha, \beta) \quad (4)$$

Касательные напряжения

а) в несущем слое

$$\tau_{\alpha\gamma,(\beta\gamma)}^{(i)} = \tau_{1,2}^{(i)}(\alpha, \beta) \cdot \left(\frac{1}{2} - \frac{\gamma}{h} \right) \quad (5)$$

б) в армирующем слое

$$\tau_{\alpha\gamma,(\beta\gamma)}^{(i)} = \tau_{1,2}^{(i)}(\alpha, \beta) \cdot \left(\frac{1}{2} - \frac{\gamma}{\delta} \right) \quad (6)$$

Тогда, принимая во внимание принятые гипотезы имеем:

$$e_\gamma = 0; U_\gamma = \omega(\alpha, \beta);$$

В более мощном, несущем слое полагаем наличие сдвигов возникающих за счёт действия поперечной силы и определяемых функциями: $\Phi_1(\alpha, \beta)$, $\Phi_2(\alpha, \beta)$.

Здесь h, δ – толщина несущего и армирующего слоёв;

$\Phi_i = \Phi_i(\alpha, \beta)$ – произвольные искомые функции сдвига;

$\tau_i = \tau_i(\alpha, \beta)$ – искомые касательные напряжения;

$G_{ik}^{(1)}, G_{ik}^{(2)}$, – модули сдвигов первого, второго слоев.

$(i = 1, 2; k = 3)$ Координаты γ имеют следующие границы изменения :

$$\text{для первого слоя} - -\frac{h}{2} \leq \gamma \leq +\frac{h}{2};$$

$$\text{для второго слоя} - -\frac{\delta}{2} \leq \gamma_1 \leq +\frac{\delta}{2};$$

Для получения основных уравнений деформирования двухслойной оболочки с учетом поперечного сдвига и податливости клеевого шва использован вариационный принцип Лагранжа который служит основой для различных приближенных методов в том числе для решения комбинированных ортотропных плит с межслоевыми сдвигами. При определении напряженно-деформированное состояния и устойчивости двухслойных пластин и оболочек варьировались модули сдвига и толщина склеивающего шва и исследовано влияние изменения толщин несущих слоёв [10].

Работа носит характер подробного численного исследования. В результате расчета получены зависимости, позволяющие оценить влияние межслоевого деформации сдвига и механические характеристики двухслойных пластин и оболочек. Уравнение деформирования комбинированной пластины и оболочки получим с помощью вариационного принципа, приняв в качестве функционала полную энергию оболочки [11].

Используя вариационные уравнение Эйлера, получаено систему дифференциальных уравнений четвертого порядка в частных производных относительно неизвестных $W, U_0, V_0, \Phi_1, \Phi_2, \tau_1, \tau_2$. Из-за громоздкости систему дифференциальных уравнений коэффициенты и граничные условия пластины приведены в работе [6].

В качестве примера решения задачи устойчивости двухслойных оболочек с учетом поперечных сдвигов и податливости клеевого шва выбрана осесимметрична нагруженная цилиндрическая оболочка.

$$\left\{ \begin{array}{l} E_1^{(1)} = E_2^{(1)} = 2,02 \cdot 10^5 \text{ МПа} : \mu_{12}^{(1)} = \mu_{21}^{(1)} = 0,285 : E_1^{(2)} = 0,471 \cdot 10^5 \text{ МПа} \\ E_2^{(2)} = 0,49 \cdot 10^5 \text{ МПа} : \mu_{12}^{(2)} = \mu_{21}^{(2)} = 0,385 ; R_1 = 10,50 \text{ см} : q = \frac{0,1 \text{ МПа}}{4} \\ R_2 = 10,35 \text{ см}, h_1 = 2,04 \text{ мм}; \delta = 0,96 \text{ мм}; G_{12}^{(1)} = G_{13}^{(1)} = G_{23}^{(1)} = 7,87 \cdot 10 \text{ МПа}; \\ G_{12}^{(2)} = 5,5 \cdot 10^3 \text{ МПа}; G_{13}^{(2)} = 4,2 \cdot 10^3 \text{ МПа}; G_{23}^{(2)} = 0,35 \cdot 10^3 \text{ МПа} \end{array} \right.$$

Для исследования влияния межслоевого сдвига берем двухслойную цилиндрическую оболочку. Рассматривается осесимметричная задача расчета двухслойной цилиндрической оболочки. Считаем, что данная оболочка по обоим торцам жестко защимлена. Общие решения системы будут складываться из однородных и частных решений

$$W(\alpha) = W_n^{одн}(\alpha) + W_n^{част},$$

$$U_0(\alpha) = U_n^{одн}(\alpha) + U_n^{част},$$

$$\Phi_1(\alpha) = \Phi_n^{одн}(\alpha) + \Phi_n^{част},$$

$$\tau_1(\alpha) = \tau_n^{одн}(\alpha) - \tau_n^{част}.$$

Решение системы дифференциальных уравнений равновесия удовлетворяющее граничным условиям будем искать в виде подстановки

Эйлера $U_i = \sum a_i' e^{i \sin \alpha}$

Предположим, что плита несет продольную сжимающую нагрузку $P_{кр}$.

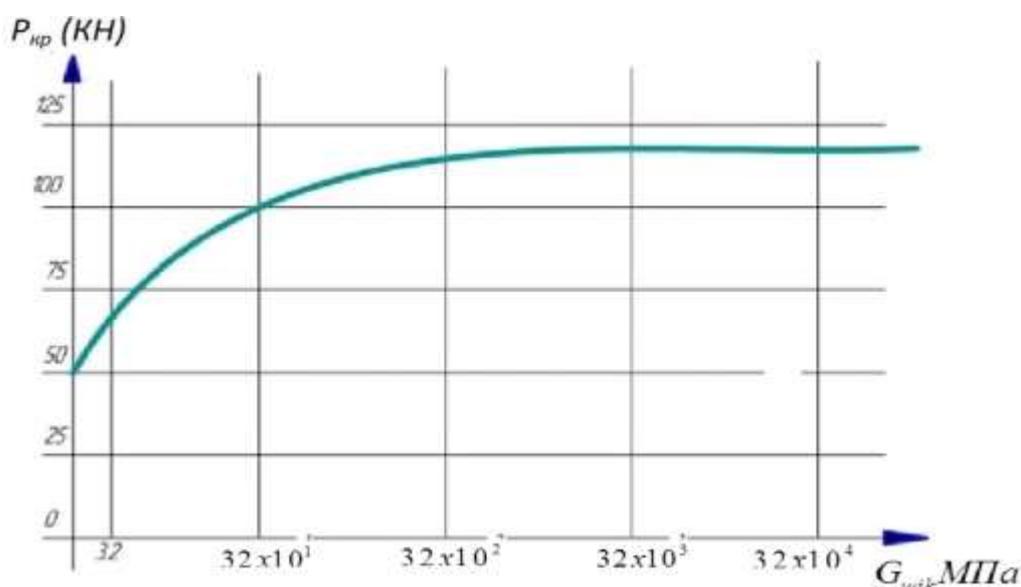


Рис1.Зависимости между критической нагрузкой и модулями сдвигами швов комбинированной оболочки.

Результаты расчета комбинированной двухслойной оболочки с внешними стеклопластиковыми армирующими слоями приведены в виде графиков см.рис.1,2.При этом варьировался модуль сдвига и толь шина шва. Расчеты показал, что увеличение модуля сдвига шва в 10 раз от 3,2МПа до 32МПа приводит к изменению критических напряжений на 10,7%. Но при больших значениях $G_{шк}$ это величина значительно меньше.

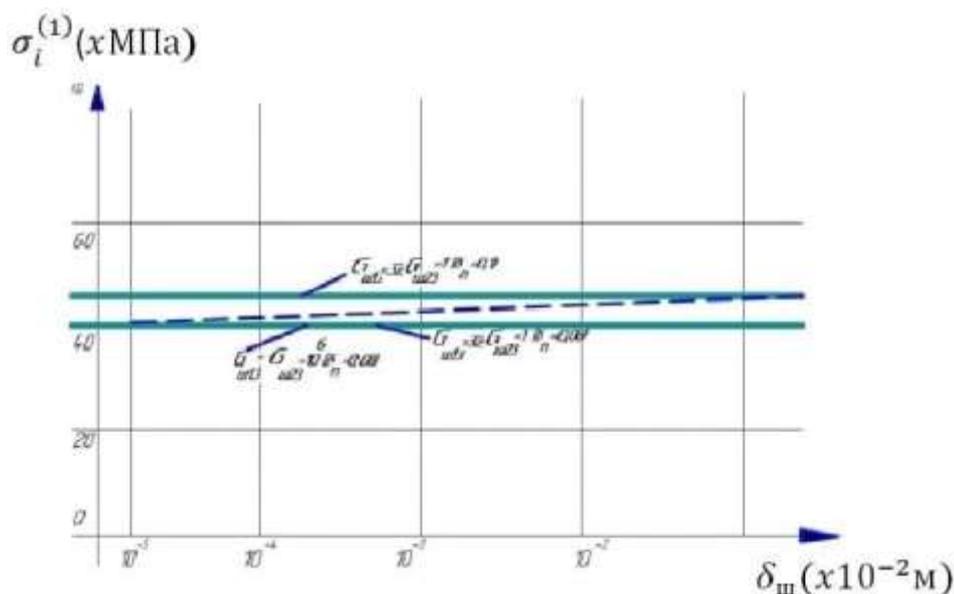


Рис2. Зависимости модуля сдвига шва между критической нагрузкой при изменениях модуля сдвига швов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Увеличение модуля сдвига шва в 10 раз от $3,2 \cdot 10^{-3}$ до $3,2 \cdot 10^{-2}$ см приводит к увеличению критических напряжений на 8%. При увеличении модуля сдвига шва влияние на устойчивость оболочки уменьшается.

REFERENCES

1. Dusmatov, A. D. (2019). INVESTIGATION OF STRENGTH AND STABILITY OF THREE-LAYER COMBINED PLATES USED IN UNDERGROUND STRUCTURES. Scientific-technical journal, 22(2), 63-67.
2. Kasimov, I. I., Dusmatov, A. D., Akhmedov, A. U., & Abdullaev, Z. J. (2019). THE RESEARCH OF TWO-LAYERS AXIALLY SYMMETRICAL CYLINDRICAL CLAD LAYERS ON THEIR PHYSIC MECHANICAL PROPERTIES. Журнал Технических исследований, (2).
3. Дусматов, А. Д., Хурсанов, Б. Ж., Ахроров, А. А., & Сулаймонов, А. (2019). ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТАЯНИЕ ДВУХСЛОЙНЫХ ПЛАСТИН И ОБОЛОЧЕК С УЧЕТОМ ПОПЕРЕЧНЫХ СДВИГОВ. In Энерго-ресурсосберегающие технологии и оборудование в дорожной и строительной отраслях (pp. 48-51).
4. Касимов, И. И., Дусматов, А. Д., Ахмедов, А. У., & Абдуллаев, З. Д. (2019). ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ ДВУХСЛОЙНЫХ ОСЕСИММЕТРИЧНЫХ

ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ОБОЛОЧЕК НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ. *Техник тадқиқотлар журналі*, (2).

5. Хамзаев, И. Х., Умаров, Э. С., Касимов, Э. У., & Ахмедов, А. У. (2019). Расчет многослойной плиты на упругом основании-Фер ПИ. I Международной научно-практической кон-и, 24-25.

6. Abducodirov, N., & Oquulov, K. (2021). Improvement of drum dryer design. *Экономика и социум*, (4-1), 13-16.

7. Abduqodirov, N. S. O., Oquolov, K. R. O., Jalilova, G. X. Q., & Nishonova, G. G. (2021). CAUSES AND EXTINGUISHING EQUIPMENT OF VIBRATIONS OCCURRED BY MACHINERY AND MECHANISMS. *Scientific progress*, 2(2), 950-953.

8. Oqyo, K. R. O. G. L., Abduqodirov, N. S. O. G. L., O'G'Li, A. T. L., & G'Azaloy, G. (2021). MASHINA VA MEXANIZMLARNING ISH JARAYONIDA VUJUTGA KELGAN VIBRATSIYA SABABLARI VA SO'NDIRISH QURILMALARI. *Scientific progress*, 2(6), 576-579.

9. Обичаев, И. В. Ё., Абдукодиров, Н. Ш. Ё., & Окйўлов, К. Р. Ё. (2021). КОТЕЛЬ ВА БОШҚА ОЛОВЛИ ТЕХНОЛОГИЯЛАР УЧУН НЕФТ ШЛАМЛАРНИ ТОЗА ЁҚИЛФИ СИФАТИДА ҚЎЛЛАШ. *Scientific progress*, 2(6), 918-925.

10. Abduqodirov, N. S. O. G. L., Oqyo'Lov, K. R. O. G., & Jalilova, G. X. Q. (2021). РАХТА ХОМАСНЬОСИНИ ҚУРИТИШ ВА ТОЗАЛАШ. *Scientific progress*, 2(1), 857-861.

11. Abducodirov, N. Improvement of drum dryer design / N. Abducodirov, K. Oquulov // *Экономика и социум*. – 2021. – No 4-1(83). – P. 13-16.

12. Зияев, А. Т. (1985). Задача планирования и управления отгрузкой, реализацией готовой продукции в интегрированной АСУ. In *Интегрированные АСУ предприятиями: Тезисы докл. Всесоюз. конф* (p. 146).

13. Маткаримов, Ш. А., Зияев, А. Т., Тожибоев, Б. Т., & Кучкаров, Б. У. (2020). покрытие задвижек и запорной арматуры тепловых сетей жидким теплоизоляционным покрытием. *Universum: технические науки*, (12-5 (81)).

14. Халилов, Ш. З., Ахтамбаев, С. С., & Халилов, З. Ш. (2020). РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИКИ СУШКИ ХЛЕБНОЙ МАССЫ В ШИРОКОПОЛОСНЫХ ВАЛКАХ. *Журнал Технических исследований*, 3(2).

15. Qo'chqarov, B. U., Tojiboyev, B. T., & Axtambayev, S. S. (2021). EXPERIMENTAL DETERMINATION OF THE GAS CONSUMPTION SENT TO

THE DEVICE FOR WET DUSTING IN THE HUMID MODE. *Экономика и социум*, (6-1), 226-229.

16. Рахмонов, А. Т. У., & Ахтамбаев, С. С. (2021). ПРИЧИНЫ ВИБРАЦИИ В СТАНКАХ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ. *Scientific progress*, 2(6), 89-97.

17. Нишонова, Ф. Ф., & Жалилова, Г. Х. Қ. (2021). МАТЕРИАЛ ҚАТЛАМИНИ САҚЛАШ УЧУН САРФЛАНГАН ҚУВВАТ ҲИСОБИ. *Scientific progress*, 2(6), 166-170.

18. Khudainazarov, S., Sabirjanov, T., & Ishmatov, A. (2019, December). Assessment of dynamic characteristics of high-rise structures taking into account dissipative properties of the material. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1425, No. 1, p. 012009). IOP Publishing.

19. Khudainazarov, S., Donayev, B., Sabirjanov, T., & Qosimov, J. (2021). Dynamics of high-rise structures taking into account the viscoelastic properties of the material. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 304, p. 02004). EDP Sciences.

20. Mirsaidov, M., Abdikarimov, R., Khudainazarov, S., & Sabirjanov, T. (2020). Damping of high-rise structure vibrations with viscoelastic dynamic dampers. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 224). EDP Sciences.

21. Бахадиров, Г. А., Абдукаримов, А., Хусанов, К., Умаров, Б. Т., & РУз, А. Н. (2017). УПРАВЛЕНИЕ И ВЫБОР МОЩНОСТИ УПРАВЛЯЮЩЕГО ДВИГАТЕЛЯ POWER CONTROL AND SELECTION CONTROLLING ENGINE. ХАЛҚАРО ИЛМИЙ-ТЕХНИКАВИЙ АНЖУМАН, 1, 283.

22. Маткаримов, А. А., & Тилавалдиев, Б. Т. (2021). ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ В УЗБЕКИСТАНЕ. Теория и практика современной науки, (1), 244-247.

23. Тилавалдиев, Б. Т. (2020). УГОЛ И КОНУС ТРЕНИЯ. Журнал Технических исследований, 3(2).

24. Qo'Chqarov, B. U. B., & O'G'Li, A. T. L. (2021). MASHINASOZLIKDA METALL KESISH DASTGOHLARINING MEKANIK ISHLOV JARAYONIDA VUJUDGA KELADIGAN VIBRATSIYA SABABLARI VA UNI BARTARAF ETISH MUAMMOLARI. *Scientific progress*, 2(6), 905-909.

25. Халилов, Ш. З., Абдуллаев, Ш. А., Халилов, З. Ш., & Умаров, Э. С. (2019). Влияние скорости и угла вбрасывания частицы на характер движения компонентов зерно соломистого вороха. Журнал Технических исследований, (2).

26. Aminjanovich, U. J., Akhmadjonovic, A. S., & Mukhtoralieva, R. M. (2021). An Effective Cleaner of Raw Cotton from Fine Trash Particles. *The American Journal of Engineering and Technology*, 3(06), 47-50.
27. Абдуллаев, Ш. А., & Абдуллаева, Д. Т. (2021). НЕФТ ШЛАМИНИ ЭКОЛОГИК ТОЗА ҚАЙТА ИШЛАШ ВА ҚАЙТА ФОЙДАЛАНИШ ТЕХНОЛОГИЯСИ. *Scientific progress*, 2(6), 910-917.
28. Халилов, Ш. З., & Абдуллаев, Ш. А. (2020). Влияние скорости воздушного потока на характер движения компонентов зерносоломистого вороха. *Проблемы современной науки и образования*, (1 (146)).
29. Gapparov, KG, Erkaboev, NJ, Mansurov, YN, & Aksenov, AA (2021). Ikkilamchi babbittlarning strukturaviy tahlili. *Metallurg*, 65 (5), 549-555.64.
30. Халилов, Ш. З., Гаппаров, К. Г., & угли Махмудов, И. Р. (2020). Влияние травмирования и способов обмолота семян пшеницы на их биологические и урожайные свойства. *Журнал Технических исследований*, 3(1).
31. Мирзахонов, Ю. У., & Муллажонова, М. М. (2021). Теоретическая Исследование Технологический И Транспортирующим Машины С Плоскоременной Передачи С Натяжным Роликам. *CENTRAL ASIAN JOURNAL OF THEORETICAL & APPLIED SCIENCES*, 2(10), 161-164.
32. Davidboev, B., Mirzakhanov, Y., Makhmudov, I., & Davidboeva, N. (2020). Research of lateral assembly of the belt in flat-belt transmissions and transport mechanisms. *International Journal of Scientific and Technology Research*, 9(1), 3666-3669.
33. Набиев, Т. С., & угли Махмудов, И. Р. (2020). ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ ПРИ ПРЕССОВАНИИ ПОРОШКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ. *Журнал Технических исследований*, 3(1).
34. Набиев, Т. С., Эркабоев, Х. Ж., & Махмудов, И. Р. (2020). О КВАДРАТНО-ГНЕЗДОВОМ СПОСОБЕ ПОСЕВА СЕМЯН ХЛОПЧАТНИКА. In *ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ: АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ, ДОСТИЖЕНИЯ И ИННОВАЦИИ* (pp. 62-65).
35. Набиев, Т. С. (2020). Высшее образование-высшая цель молодёжи. *Школа Науки*, (2), 52-54.
36. Маткаримов, Ш. А. Расчет асфальтобетонных дорожных покрытий на упругом основании / Ш. А. Маткаримов, А. У. Ахмедов // *Universum: технические науки*. – 2020. – № 12-1(81). – С. 96-101.

37. Структурный анализ вторичных баббитов / К. Г. Гаппаров, Х. Ж. Эркабоев, Ю. Н. Мансуров, А. А. Аксенов // *Металлург*. – 2021. – № 5. – С. 60-64. – DOI 10.52351/00260827_2021_05_60.
38. Structural Analysis of Secondary Babbitts / K. G. Gapparov, H. J. Erkaboev, Y. N. Mansurov, A. A. Aksenov // *Metallurgist*. – 2021. – DOI 10.1007/s11015-021-01189-8
39. Application of the method of finite differences to the calculation of shallow shells / I. Hamzaev, K. Gapparov, E. Umarov, Z. Abdullaev // *Universum: технические науки*. – 2021. – No 3-4(84). – P. 71-76. – DOI 10.32743/UniTech.2021.84.3-4.71-76.
40. Набиев, Т. С. Брич - Муллинская школа - школа учёных / Т. С. Набиев, Д. Т. Набиев, Д. Т. Набиев // *Инновационный путь развития как ответ на вызовы нового времени : сборник статей Международной научно-практической конференции, Екатеринбург, 07 ноября 2021 года*. – Уфа: Общество с ограниченной ответственностью "ОМЕГА САЙНС", 2021. – С. 54-60.
41. Набиев, Т. С. О методике оценки физико - механических свойств картофеля / Т. С. Набиев, Н. Г. Обидов, Б. Т. Умаров // *Приоритетные направления научных исследований. Анализ, управление, перспективы : сборник статей Международной научно-практической конференции, Воронеж, 02 ноября 2021 года*. – Уфа: Общество с ограниченной ответственностью "ОМЕГА САЙНС", 2021. – С. 20-24.
42. Набиев, Т. С. О квадратно - гнездовом способе посева семян хлопчатника / Т. С. Набиев, Х. Ж. Эркабоев, И. Р. Махмудов // *Фундаментальные и прикладные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации : сборник статей Международной научно-практической конференции, Уфа, 27 декабря 2020 года*. – Уфа: Общество с ограниченной ответственностью "ОМЕГА САЙНС", 2020. – С. 62-65.
43. Исследование напряженно деформированное состояние двухслойных пластин и оболочек с учетом поперечных сдвигов / А. Д. Дусматов, Б. Ж. Хурсанов, А. А. Ахроров, А. Сулаймонов // *Энерго-ресурсосберегающие технологии и оборудование в дорожной и строительной отраслях : Материалы международной научно-практической конференции, Белгород, 17–19 октября 2019 года*. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2019. – С. 48-51.
44. Дусматов, А. Д. Исследование напряженно-деформированного состояния двухслойных комбинированных пологих оболочек с учетом поперечных

- сдвигов и податливости клеевого шва / А. Д. Дусматов, И. а. Хамзаев, Ш. З. Халилов // *Universum: технические науки*. – 2019. – № 12-1(69). – С. 54-57.
45. Ergashev, N., & Tilavaldiev, B. (2021). Hydrodynamics of Wet Type Dusty Gas Collector. *International Journal of Innovative Analyses and Emerging Technology*, 1(5), 75-86.
46. Ахунбаев, А. А., Нишонова, Ф. Ф., & Жалилова, Г. Х. Қ. (2021). ҚУРИТИШ АППАРАТЛАРИДА МАТЕРИАЛ ҚАТЛАМИНИ САҚЛАШ УЧУН САРФЛАНГАН ҚУВВАТ ҲИСОБИ. *Scientific progress*, 2(6), 1624-1627.
47. Inomjon, N., Kodirjon, G., Elmurod, U., & Zokirjon, A. (2021). APPLICATION OF THE METHOD OF FINITE DIFFERENCES TO THE CALCULATION OF SHALLOW SHELLS. *Universum: технические науки*, (3-4 (84)), 71-76.
48. Gapparov, K. G., Erkaboev, N. J., Mansurov, Y. N., & Aksenov, A. A. (2021). Structural Analysis of Secondary Babbits. *Metallurgist*, 65(5), 549-555.
49. Hamzaev, I., Gapparov, K., Umarov, E., & Abdullaev, Z. (2021). BUILDING AND ARCHITECTURE. *Главный редактор: Ахметов Сайранбек Махсатович, д-р техн. наук; Заместитель главного редактора: Ахмеднабиев Расул Магомедович, канд. техн. наук; Члены редакционной коллегии*, 71.
50. Karimov, R. J. O. G. L., O'G'Li, S. S. D., & Oxunjonov, Z. N. (2021). CUTTING HARD POLYMER COMPOSITE MATERIALS. *Scientific progress*, 2(6), 1488-1493.
51. Karimov, R. J. O. G. L., O'G'Li, S. S. D., & Oxunjonov, Z. N. (2021). CUTTING HARD POLYMER COMPOSITE MATERIALS. *Scientific progress*, 2(6), 1488-1493.