

# **ВЛИЯНИЕ ПОПЕРЕЧНОГО СДВИГА КОМПОЗИТНОГО СЛОЯ НА ПРОЧНОСТЬ И ДЕФОРМАТИВНОСТЬ ДВУХСЛОЙНОЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ КОМБИНИРОВАННОЙ ОБОЛОЧКИ**

**Дустматов А.Д.**

доц. Ферганский политехнический институт

**Аннотация:** в работе рассматривается влияние поперечного сдвига композитного слоя на прочность и деформативность двухслойной цилиндрической комбинированной оболочки. Также рассматривается межслойевые сдвиги цилиндрической оболочки, выполненная из композитных слоев, отличающихся по толщине и физика механическими свойствами. Исследовано влияние НДС таких оболочек на их прочность и деформативность.

**Ключевые слова:** двухслойная осесимметричная комбинированная цилиндрическая оболочка, равномерно-распределенная нагрузка, перемещение срединной поверхности, функция сдвига, касательные напряжения, прогиб, кольцевое перемещение, поперечный сдвиг, прочность, деформативность, модуль сдвига, податливость клевого шва .

**EFFECT OF TRANSVERSAL SHEAR OF A COMPOSITE LAYER ON  
THE STRENGTH AND DEFORMABILITY OF A TWO-LAYER  
CYLINDRICAL COMBINED SHELL**

**Dustmatov A.D.  
dots. Fergana polytechnic institute**

**Annotation:** This work considers the influence of the transverse shear of the composite layer on the strength and deformability of a two-layer cylindrical combined shell. We also consider interlayer shifts of a cylindrical shell made of composite layers differing in thickness and physico-mechanical properties. The influence of the SSS of such shells on their strength and deformability is studied.

**Key words:** two-layer axisymmetric combined cylindrical shell, uniformly distributed load, displacement of the middle surface, shear function, shear

stresses, deflection, annular displacement, transverse shear, strength, deformability, shear modulus, compliance of the glue joint.

В строительстве, самолетостроении, машиностроении, судостроении, химической промышленности и в других областях техники комбинированные армированные цилиндрические оболочки являются распространенными элементами конструкций. Среди многих вопросов, связанных с расчетом и эксплуатацией слоистых конструкций с применением пластмасс, одним из наиболее важных является их конструирование и исследование условий, при которых может наступить потеря прочности и устойчивости конструкций, и правильный выбор материала, связующего, обеспечивающего нормальную эксплуатацию при заданном режиме. Современный уровень проектирования этих конструкций требует создания достаточно общего алгоритма расчета, позволяющего с единых позиций исследовать широкий круг актуальных задач.

Экспериментальные и теоретические исследования напряженно–деформированного состояния (НДС) и устойчивости таких конструкций представляют собой один из важных и сложных разделов современной механики и приобретают все большее практическое значение.

В рассматриваемой работе в качестве объекта исследования были выбраны двухслойные стальные цилиндрические оболочки, выполненные на основе металла и стеклопластика. Причиной выбора такого объекта исследования послужило применение магнитных приводов для перемешивающих устройств реакторов в ряде химических производств. Магнитные привода по сравнению с приводами других типов имеют существенное преимущество, поскольку они позволяют применять неподвижные уплотнения для герметизации аппаратов. Это преимущество оказывается решающим в производстве токсичных и взрывоопасных веществ, где магнитные приводы вытесняют приводы с сальниковыми торцевыми уплотнениями.

Неоднородность структуры армированных материалов, наличие двух сред с качественно различными механическими свойствами вызывает необходимость учета касательных напряжений в оценке прочности и жесткости рассматриваемых комбинированных оболочек при деформации.

Положим также, что между двумя несущими и армирующими слоями двухслойной оболочки находится тонкий склеивающий слой, который работает только на сдвиг в вертикальной плоскости. Склейивающий слой не воспринимает ни растягивающих, ни изгибных напряжений. Касательные напряжения, действующие в этом слое, передаются на несущий и армирующий слои. Закон распределения этих напряжений в слоях может

быть принят линейным так, чтобы удовлетворялись граничные условия для касательных напряжений на верхней и нижней поверхностях.

Касательные напряжения имеют следующие аналитические выражения:

а) в несущем (первом) слое

$$\tau_{\alpha\gamma,(\beta\gamma)} = \tau_{1,(2)}(\alpha, \beta) \left( \frac{1}{2} + \frac{\gamma}{h} \right); \quad [1]$$

б) в армирующем (втором) слое

Принимая во внимание принятые гипотезы, имеем:

$$e_\gamma = 0, u_\gamma = w(\alpha, \beta) \quad [2]$$

$$\tau_{\alpha\gamma,(\beta\gamma)} = \tau_{1,(2)}(\alpha, \beta) \left( \frac{1}{2} + \frac{\gamma_1}{\delta_n} \right); \quad [3]$$

Деформации сдвига несущего металлического слоя можно записать в виде:

$$e_{\alpha\gamma}^{(1)} = 0,5 \left( \frac{h^2}{4} - \gamma^2 \right) \Phi_1(\alpha, \beta) + \left( 0.5 - \frac{\gamma}{h} \right) \frac{\tau_1(\alpha, \beta)}{G_{13}^{(1)}}, \quad [4]$$

$$e_{\alpha\gamma}^{(1)} = 0,5 \left( \frac{h^2}{4} - \gamma^2 \right) \Phi_2(\alpha, \beta) + \left( 0.5 - \frac{\gamma}{h} \right) \frac{\tau_2(\alpha, \beta)}{G_{23}^{(1)}}, \quad [5]$$

### Деформации сдвига армирующего слоя

$$e_{\alpha\gamma}^{(2)} = \left( \frac{1}{2} + \frac{\gamma_1}{\delta} \right) \frac{1}{G_{13}^{(2)}} \tau_1(\alpha, \beta) \quad [6]$$

$$e_{\beta\gamma}^{(2)} = \left( \frac{1}{2} + \frac{\gamma_1}{\delta} \right) \frac{1}{G_{23}^{(2)}} \tau_2(\alpha, \beta)$$

Для анализа влияния поперечного сдвига композитного слоя рассмотрим по торцам жестко зашмленную цилиндрическую оболочку нагруженную равномерно распределенными нагрузками  $q$

Предполагается, что:

1)на оболочку действует нагрузка, нормальная к срединной поверхности и плавно изменяющаяся вдоль образующей.

1)толщины ортотропных слоев постоянные и оболочка работает только в упругой стадии;

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

3) касательные напряжения  $\tau_{\alpha\gamma}$ ,  $\tau_{\beta\gamma}$  или соответствующие им деформации  $C_{\alpha\gamma}$ ,  $C_{\beta\gamma}$  по толщине оболочки меняются по заданному закону [10];

4)Нормальное к срединной поверхности оболочки перемещение не зависит от координаты  $X$  [10];

5) давление между слоями отсутствует ( $G = 0$ ).

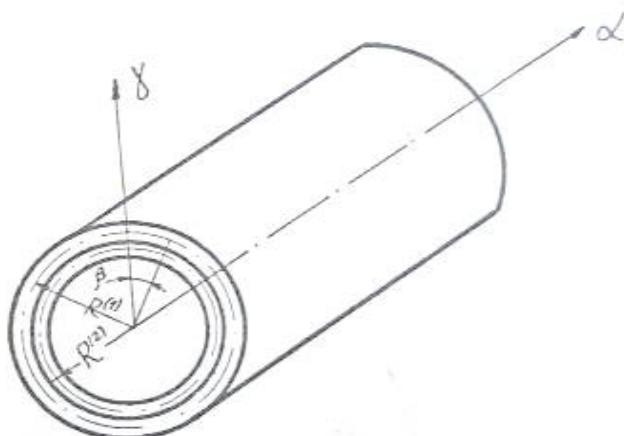
6) приминительно к оболочкам в данное случае справедливы принятые гипотезы по уточненной теории С.А.Амбарцумяна [1]

1. Остаются в силе гипотезы принятые в п.4.1.

Имея в виду, что для цилиндрических оболочек  $A_I = I$ ;  $B = R$   $R_2 = A_2 = r(\beta)$  и  $R_1 = \infty$ , запишем относительные деформации растяжения (сжатия) и сдвига:

$$\begin{aligned}\varepsilon_{\alpha}^{(i)} &= \frac{\partial u^i}{\partial \alpha}; \\ \varepsilon_{\beta}^{(i)} &= \frac{1}{R^i} \frac{\partial v^i}{\partial \beta} + \frac{W}{R^i}; \\ \varepsilon_{\alpha\beta} &= \frac{1}{R^i} \frac{\partial u^i}{\partial \beta} + \frac{\partial v^i}{\partial \alpha};\end{aligned}\quad [7]$$

Система координат принимается как показано на рис.1



## Рис.1

Напряжения в слоях определяются известными соотношениями

$$\begin{aligned}\sigma_{\alpha}^{(i)} &= B_{11}^{(i)} \varepsilon_{\alpha}^{(i)} + B_{12}^{(i)} \varepsilon_{\beta}^{(i)}; \\ \sigma_{\beta}^{(i)} &= B_{22}^{(i)} \varepsilon_{\beta}^{(i)} + B_{12}^{(i)} \varepsilon_{\alpha}^{(i)}; \quad [8] \\ \tau_{\alpha\beta}^{(i)} &= G^{(i)} \varepsilon_{\alpha\beta}.\end{aligned}$$

Используя (4), (5) и (6) запишем осевые перемещения в несущем слое двухслойной цилиндрической оболочки

$$U = U_0 - \gamma \frac{\partial w}{\partial \alpha} + \left( \frac{\gamma h^2}{8} - \frac{\gamma^3}{6} \right) \Phi_1 + \left( 1 - \frac{\gamma}{h} \right) \frac{\gamma}{2G_{B13}} \tau_1 \quad [9]$$

Перемещения в кольцевом направлении

$$\begin{aligned}V &= \left( 1 + \frac{\gamma}{R_B} \right) V_0 - \frac{\gamma}{R_B} \frac{\partial W}{\partial \beta} + \left[ \frac{\gamma h^2}{8} \left( 1 + \frac{\gamma}{2R_B} \right) - \frac{\gamma^3}{6} \left( 1 + \frac{\gamma}{4R_B} \right) \right] \Phi_2 + \\ &\left[ + \frac{\gamma}{2G_{B23}} \left( 1 + \frac{\gamma}{2R_B} \right) - \frac{\gamma^2}{2hG_{B23}} \left( 1 + \frac{\gamma}{3R_B} \right) \right] \tau_2.\end{aligned} \quad [10]$$

При соблюдении условий (3.10), (3.11) перемещения для второго стеклопластикового армирующего слоя по направлению  $\alpha$  и  $\beta$  запишутся в таком виде:

$$\begin{aligned}U^{(2)} &= U_0 + (\xi_2 - \gamma_1) \frac{\partial w}{\partial \alpha} - \frac{h^3}{24} \Phi_1 + \left[ \left( \frac{\gamma_1}{2} + \frac{\gamma_1^2}{2\delta_n} \right) \frac{1}{G_{p13}} \right] \tau_1; \\ V^{(2)} &= V_0 \left[ 1 + (\gamma_1 - \xi_2) \frac{1}{R_p} \right] + \left[ \xi_2 + \xi_2 \left( \gamma_1 - \frac{\delta_n}{2} \right) \frac{1}{R_p} - \gamma_1 \right] \frac{1}{R_p} \frac{\partial W}{\partial \beta} + \left[ \left( \xi_{823} - \right. \right. \\ &\left. \left. \frac{h^3}{24} \gamma_1 \right) \frac{1}{R_p} - \frac{h^3}{24} \right] \Phi_2 + \left\{ \left( 1 + \frac{\gamma_1}{\delta_n} \right) \frac{\gamma}{2G_{p23}} - S H_{23} + \left[ \left( \frac{1}{4} + \frac{\gamma_1}{6\delta_n} \right) \frac{\gamma_1^2}{G_{p23}} + \xi_{723} - \right. \right. \\ &\left. \left. S H_{23} \left( \gamma_1 - \frac{\delta_n}{2} \right) \right] \frac{1}{R_p} \right\} \tau_2\end{aligned} \quad [11]$$

Выражение системы дифференциальных уравнений круговой цилиндрической оболочки с учётом равномерно распределенной нагрузки  $q$  показаны на работах [2] и [3]. В более мощном несущем слое полагаем наличие сдвигом, возникающих за счет действия поперечной силы и определяемых функциями:  $\Phi_1(\alpha, \beta)$ ,  $\Phi_2(\alpha, \beta)$ .

Здесь  $h, \delta$  – толщина несущего и армирующего слоев;

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

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

$\xi_i, S_{ik}$  -и другие коэффициенты приведены в работах [2,3]

$G_{Bik}, G_{pik}$ , -модули сдвигов первого и второго слоев ( $i=1,2; K=3$ ).

Координаты  $\gamma$  имеют следующие границы изменения: для первого слоя  $-\frac{h}{2} \leq \gamma \leq +\frac{h}{2}$ ; для второго  $-\frac{\delta}{2} \leq \gamma_1 \leq +\frac{\delta}{2}$ .

В качестве примера выполнен расчёт двухслойной цилиндрической оболочки со стеклопластиковым армирующим слоем

-модули сдвига стеклопластика и металла  $G_{12}^1 = 5.5 \cdot 10^3$  Мпа,  $G_{13}^1 = 4.2 \cdot 10^3$  Мпа,  $G_{23}^1 = 0.35 \cdot 10^3$  Мпа,  $G_{12}^2 = G_{13}^2 = G_{23}^2 = 7.87 \cdot 10^4$  Мпа;

-модули упругости стеклопластика и металла  $E_I^{(I)} = 1.7 \cdot 10^4$  Мпа,  $E_2^{(I)} = 5.0 \cdot 10^3$  Мпа,  $E_I^{(2)} = E_2^{(2)} = 2.02 \cdot 10^5$  Мпа;

-внутреннее давление  $q = 0.1$  Мпа;

-коэффициенты Пуассона металла и стеклопластика  $\mu_{12}^{(2)} = \mu_{21}^{(2)} = 0.3$ ,  $\mu_{12}^{(1)} = \mu_{21}^{(1)} = 0.4$ ;

-длина оболочки  $l=30$  см;

-радиусы стеклопластикового и металлического слое в (см.рис.  $R_n = 10.5$  см,  $R_M = 10.35$  см;

-толщина металлического  $h_M = 2.04$  ММ;

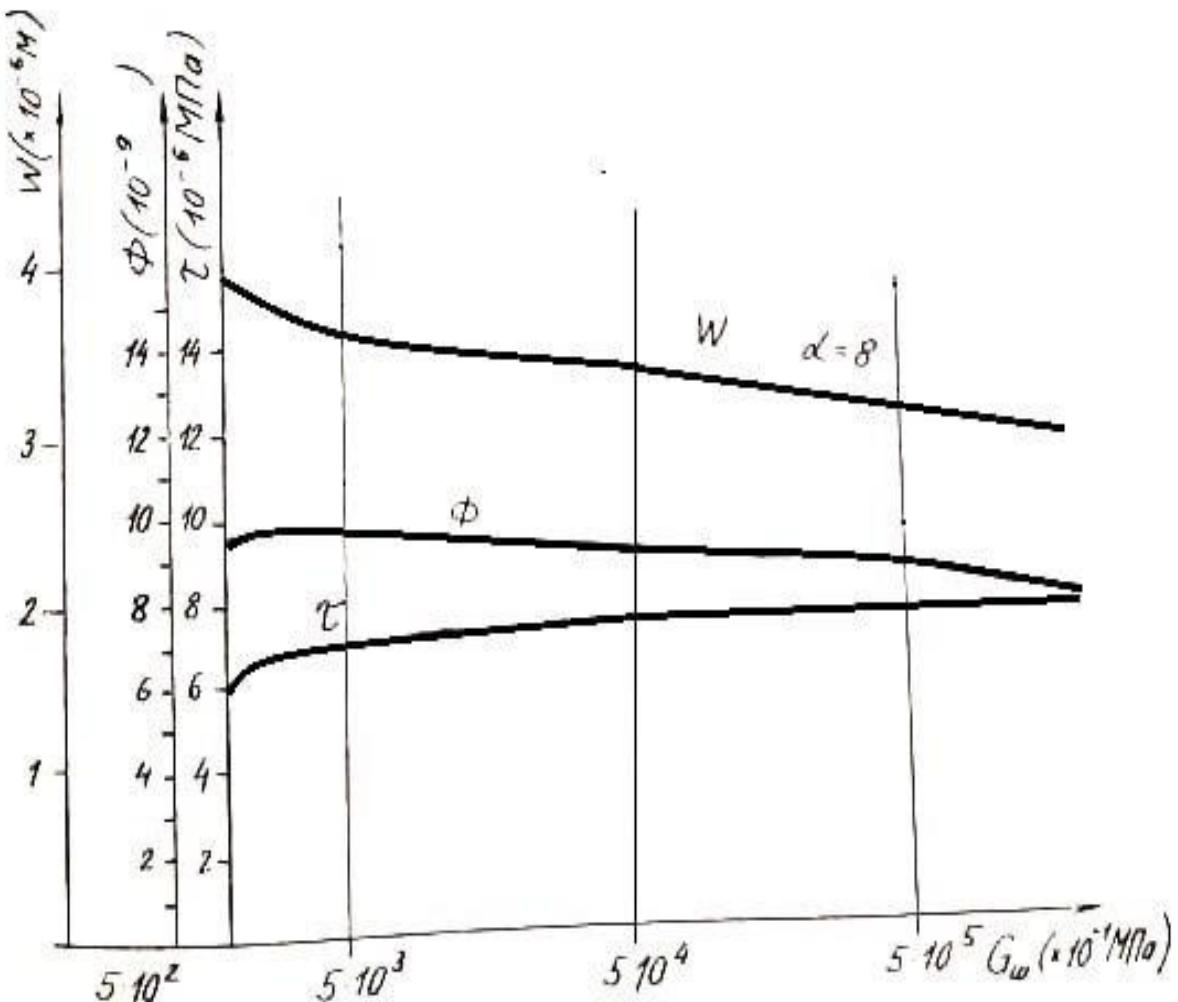
-толщина стеклопластикового слоя  $\delta_n = 0.95$  ММ;

-толщина шва  $h_w = 10^{-2}$  см (варьировалась от 0 до 1 мм).

Модули сдвига шва  $G_{ш13}$  и  $G_{ш23}$  варьировались в пределах от 1 до  $5 \times 10^4$  Мпа.

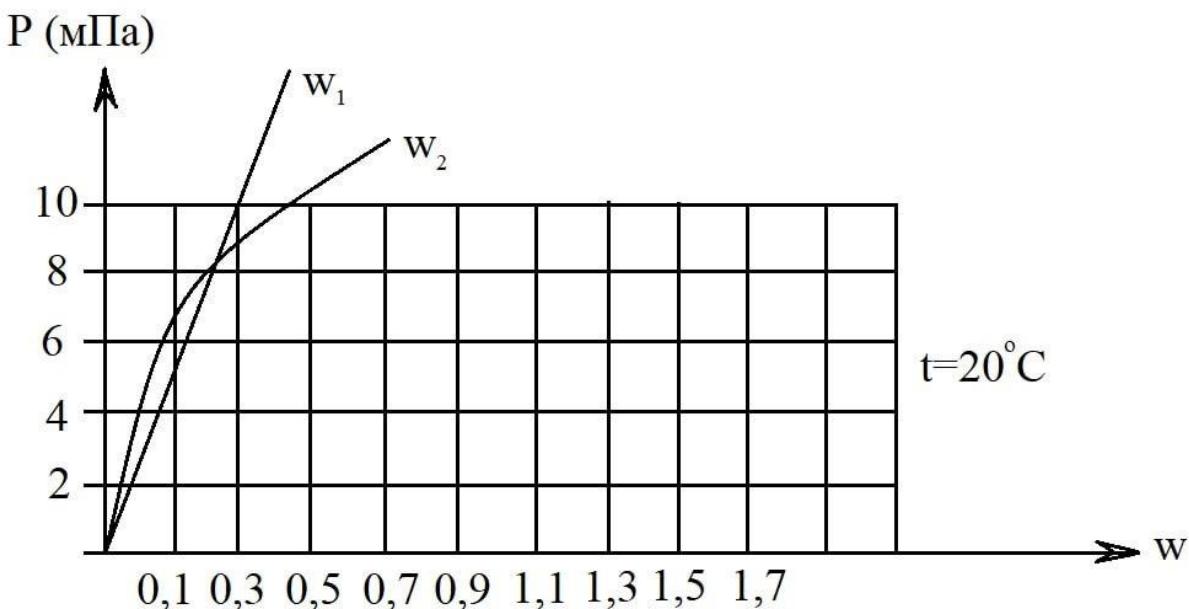
$R_n=10,6$  см;  $R_M=10,3$  см

Толщина металлического слоя  $h_M = 2,05$  мм модули сдвига шва  $G_{ш13}$  и  $G_{ш23}$  варьировались в пределах от 1 до  $5 \cdot 10^4$  мПа



**Рис.2.Изменения модуля сдвига шва.**

Из полученных зависимостей видно, что чем меньше величина модуля сдвига шва по сравнению со слоями, тем влияние податливости на напряженно-деформированное состояние двухслойной комбинированной цилиндрической оболочки оказывается больше.(см.рис.2)



**Рис.3. Изменения прогиба комбинированной оболочки.**

W<sub>1</sub>-теоретический расчет .W<sub>2</sub>-экспериментальные данные.

Полученные результаты характеристик напряженно-деформированное состояние (НДС) оссиметричных цилиндрических оболочек сравнивались с данными экспериментальных исследований. Рис.3.

Таким образом можно отметить, что модуль сдвига шва значительно меньше влияет на НДС двухслойных металлических цилиндрических оболочек со стеклопластиковым армирующим слоем при значениях модулей сдвига шва и слоев близких по величине.

Сравнение радиальных перемещений (W) двухслойной оболочки свидетельствует о хорошем совпадении в упругой стадии экспериментальных данных (W<sub>2</sub>) с результатами теоретических расчётов (W<sub>1</sub>)

Увеличение модуля сдвига шва в 10 раз от 50 до 500 мПа изменить напряжение в несущем слое (металле) 5,1 %, а в армирующем (композитном) слое 8,6%. При более высоком модуле сдвига шва это влияние значительно меньше см. рис.2. При более высоком модуле сдвига шва изменения модуля сдвига шва в 10 раз (например увеличение G<sub>ш:k</sub>) от 500 мПа до 5000 мПа) изменить напряжение в металлическом слое лишь 0,3%. Из приведенных примеров видно, что модуль сдвига шва (G<sub>ш:k</sub>) и толщина шва оказывает значительное влияние на несущую способность комбинированных оболочек , если величина модуля сдвига склеивающего слоя значительно меньше модуля сдвига слоев.

## **Список литературы.**

1. Амбарцумян С.А. Общая теория анизотропных оболочек Изд-во «Наука», гл. ред. Ф.М.Л, Москва, 1974г
2. Дусматов А.Д. Прочность и деформативность двухслойных плит с податливыми kleевыми швами. Деп.в ВНИИС.Р.Ж.Строительство и архитектура,сер.8, вып.7, М.,1982.
3. Воблых В.А., Дусматов А.Д. Напряженно-деформированное состояние комбинированных плит и оболочек с учетом поперечного сдвига и податливости kleевого шва. Деп.в. ВНИИС Тосстрой СССР, рег. №3082, Р.Ж.Строительство и архитектура , сер.8, вып,7,М.1981.
4. Дустматов А.Д., Ахтамбаев С.С. КОМПОЗИТ КАТЛАМ БИЛАН МУСТАХКАМЛАНГАН ПЛАСТИНА ВА КОБИКЛАРНИНГ КУЧЛАНГАНЛИК ВА ДЕФОРМАЦИЯЛАНГАНЛИК ҲОЛАТЛАРИ.ФерПИ. -2022. -№.7. -С.30-34.
- 5.Дустматов А.Д, Ахтамбаев С.С., Зияев А.Т. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ДВУХСЛОЙНЫХ ОСЕСИММЕТРИЧНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ОБОЛОЧЕК НА ИХ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ С УЧЁТОМ МЕЖДУСЛОЕВЫХ СДВИГОВ. ФерПИ. – 2022. -№.7. -С.15-19.
- 6.Дустматов А.Д., Ахтамбаев С.С. МЕЖДУСЛОЕВЫЕ СДВИГИ ДВУХСЛОЙНЫХ МЕТАЛЛОСТЕКЛОПЛАСТИКОВЫХ КРУГОВЫХ ЦЛИНДРИЧЕСКИХ ОБОЛОЧЕК. ФерПИ. - 2022. - Т.26. -№.13. -С.24-29.
7. АХТАМБАЕВ, А., ЖАЛИЛОВА, Г., ОКЙУЛОВ, К., & АБДУКОДИРОВ, Н. ЭКОНОМИКА И СОЦИУМ. ЭКОНОМИКА, (10), 506-512.
- 8.Дустматов А.Д, Каримов Е.Х. Исследование физико-механических свойств трехслойных комбинированных пластин с учетом сдвиговых жесткостей. Материалы 29-Междкнародней конференции “Композиционные материалы в промышленности” 6-11 июнь2011г, г. Ялта. (с 445-446)
- 9.Дустматов А.Д, Каримов. Е.Х, “Влияние температурных нагрузок на физико-механические свойства двухслойных пологих оболочек” ,Фаргона политехника института “Илмий-техника” журнали №2, 2013 й (с.29-31)
10. Дустматов А.Д., Хамзаев И.Х., Халилов З.Ш. Исследование напряженно-деформированного состояния двухслойных комбинированных полочных оболочек с учётом поперечных сдвигов и податливости kleевого шва Universum: Технические науки: электрон. научн. журн. 2019 №12(69) с.54-57
- 11.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.
12. Рахмонов, А. Т. У., & Ахтамбаев, С. С. (2021). ПРИЧИНЫ ВИБРАЦИИ В СТАНКАХ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ. *Scientific progress*, 2(6), 89-97.

- 13.Халилов, Ш. З., Ахтамбаев, С. С., & Халилов, З. Ш. (2020). РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИКИ СУШКИ ХЛЕБНОЙ МАССЫ В ШИРОКОПОЛОСНЫХ ВАЛКАХ. *Журнал Технических исследований*, 3(2).
- 14.Ахтамбаев С. С., Тожибоев Б. Т. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОВОГО СОСТОЯНИЯ КРЫШЕК ЦИЛИНДРОВ И ВУЛКАНОВ //BARQARORLIK VA YETAKCHI TADQIQOTLAR ONLAYN ILMIY JURNALI. – 2022. – Т. 2. – №. 4. – С. 33-42.
- 15.Yunus, M., Sobitjon, A., Nurzod, A., & Gulnoza, J. (2021). RESEARCH OF PARAMETERS AT THE APPEARANCE OF SHEARING FORCES IN THE COMPOUND TENSION ROLLER OF TRANSPORTATION AND TECHNOLOGICAL MACHINES. *Universum: технические науки*, (11-6 (92)), 5-11.
- 16.Dusmatovich, D. A., Urmonjonovich, A. A., Djuraevich, A. Z., & Sohibjonovich, A. S. (2021). The research influence of strained-deformed state of two-layers axially symmetrical cylindrical clad layers on their physicmechanical properties. *International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology*, 8(10).
- 17.Актамбаев, С. (2022). ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА БАББИТНОЕ ПОКРЫТИЕ, ПРИМЕНЯЕМОЕ В ПОДШИПНИКАХ. *Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences*, 2(3), 898-904.
- 18.Дусматов, А. Д., Хурсанов, Б. Ж., Ахроров, А. А., & Сулаймонов, А. (2019). Исследование напряженно деформированное состояние двухслойных пластин и оболочек с учетом поперечных сдвигов. In Энергопрессуросберегающие технологии и оборудование в дорожной и строительной отраслях (pp. 48-51).
19. Касимов, И. И., Дусматов, А. Д., Хамзаев, И. Х., Ахмедов, А. У., & Абдуллаев, З. Д. (2020). Исследование влияния напряженно-деформированного состояния трехслойных комбинированных пологих оболочек на их физико-механические характеристики. *Журнал Технических исследований*, 3(2).
20. 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.
- 21.Дусматов, А. Д., Ахмедов, А. Ў., & Абдуллаев, З. Ж. (2021). Температурная задача двухслойных цилиндрических оболочек с композиционными защитными слоями. *Scientific progress*, 2(7), 343-348.
- 22.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 журнали*, (2).

23. Касимов, И. И., Дусматов, А. Д., Ахмедов, А. У., & Абдуллаев, З. Д. (2020). Расчет асфальтобетонных дорожных покрытий. *Журнал Технических исследований*, 3(1).
24. 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).
25. Дусматов, А. Д., Хамзаев, И. Х., & Раҳмонов, А. Т. У. (2021). Исследование напряженно-деформированное состояние и устойчивости двухслойных комбинированных плит и оболочек с учетом поперечного сдвига и податливости клеевого шва. *Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences*, 1(10), 435-446.
26. Дусматов, А. Д., Гаппаров, Қ. Ғ., Ахмедов, А. Ў., & Абдуллаев, З. Ж. (2021). Влияния на физико-механические свойство двухслойных цилиндрических оболочек в напряженно-деформированном состоянии. *Scientific progress*, 2(8), 528-533.
27. Воблых, В. А., & Дусматов, А. Д. (1981). Напряженно-деформированное состояние комбинированных плит и оболочек с учетом поперечного сдвига и податливости клеевого шва. *Д: Строительство и архитектура, сер, 8*.
28. Дусматов, А. Д., Ахмедов, А. У., Маткаримов, Ш. А., & Мамажонов, Б. А. У. (2022). Междуслоевые сдвиги двухслойных комбинированных бетоностеклопластиковых плит. *Universum: технические науки*, (1-1 (94)), 78-82.
29. Дусматов, А. Д., & Каримов, Е. Х. (2011). Исследование физико-механических свойств трехслойных комбинированных пластин с учетом сдвиговых жесткостей. *Материалы*, 6-11.
30. Дусматов, А. Д., Ахмедов, А. Ў., Абдуллаев, З. Ж., & Гапаров, Қ. Г. (2022). Междуслоевые сдвиги двухслойных комбинированных пластин и оболочек с учетом усадки композитных слоев. *Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences*, 2(4), 133-141.
31. Dusmatov, A., & Xabibullo o‘g‘li, M. M. (2021). Strength and deformation conditions of slabs of the second layer composite materials. *Eurasian journal of social sciences, philosophy and culture*, 1(1), 9-14.
32. Dusmatov, A. D., Akhmedov, A. U., & Mavlonova, O. U. (2022). Междуслоевые сдвиги двухслойных комбинированных цилиндрических оболочек с учетом температурных нагрузок. *Nazariy va amaliy tadqiqotlar xalqaro jurnali*, 2(2), 90-97.
33. Абдуходиров, Н. Ш., Мансуров, М. Т., & Ахтамбаев, С. С. (2023). Сушка зерна в конвекционных сушилках. *Science and Education*, 4(2), 779-785.
34. Husanovich, E. B. (2022). Universal Drum Mill Throwing Somonli and Beda Presses, Grain Products. *CENTRAL ASIAN JOURNAL OF THEORETICAL & APPLIED SCIENCES*, 3(5), 226-231.

35. Ergashev, B. H. (2022). THEORETICAL STUDY OF ACTIVITY CONVEYOR DRIVING. *Scientific progress*, 3(4), 1166-1170
36. Ergashev, B., & Ruzaliyev, X. (2022). METALL LISTLARGA ISHLOV BERUVCHI VALIKLI QURILMA. *Science and innovation*, 1(A8), 108-112.
36. Husanovich, E. B. (2022). Universal Drum Mill Throwing Somonli and Beda Presses, Grain Products. Central Asian Journal of Theoretical and Applied Science, 3(5), 226-231.