

Дусматов А.Д.

канд. техн. наук, доцент,

Ферганский политехнический институт,

Республика Узбекистан, г. Фергана

ИССЛЕДОВАНИЕ ТРЁХСЛОЙНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ОБОЛОЧЕК С КОМПОЗИЦИОННЫМИ СЛОЯМИ

Аннотация: Исследование напряжённно-деформированного состояния (НДС) и устойчивости комбинированных трёхслойных конструкций является важной и сложной задачей современной механики и приобретает всё большее практическое значение. Подобные комбинированные конструкции с применением композиционных материалов обладающие такими ценными свойствами, как лёгкость, высокая транспортабельность, химическая стойкость, высокая прочность, с каждым годом находят всё более широкое применение в различных отраслях промышленности.

Ключевые слова: двухслойная комбинированная пологая оболочка, равномерно распределенная нагрузка, система дифференциальных уравнений, деформирование оболочки, перемещение срединной поверхности, функция сдвига, касательные напряжения, прогиб.

Dusmatov A.D.

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Fergana Polytechnic

Institute, Fergana, Republic of Uzbekistan,

STUDY OF THREE-LAYER METAL SHELLS WITH COMPOSITE LAYERS

Abstract: The study of the stress-strain state (SSS) and the stability of combined three-layer structures is an important and complex task of modern mechanics and is becoming increasingly important in practice. Such combined structures with the use of composite materials, which have such valuable properties as lightness, high transportability, chemical resistance, high strength, are increasingly being used in various industries every year.

Keywords: three-layer combined shallow shell, uniformly distributed load, system of differential equations, shell, deformation, displacement of the middle surface, shear function, tangential stresses, deflection.

Среди многих вопросов, связанных с расчётом и эксплуатацией слоистых конструкций с применением композиционных материалов, одним из важных является исследование условий, при которых может наступить изменения физико-механических характеристик прочности и устойчивости, долговечности и других характеристик конструкций, а так же правильный выбор материала, связующего, обеспечивающего нормальную эксплуатацию. Конструирование слоёв с различными физико-механическими свойствами позволяет обеспечивать надёжную работу в неблагоприятных производственных условиях [1-4]. Применение слоистых комбинированных конструкций существенно сокращает расход материалов, повышает надёжность и долговечность конструкций и обладают различными положительными свойствами [5-9]. Несущие слои этих конструкций предназначены для восприятия основной части действующей нагрузки. Армирующие слои одновременно повышают несущую способность, долговечность, отпадает необходимость дополнительной защиты и других нежелательных воздействий [10-17].

В работе рассматривается комбинированная оболочка, слои которой связанных между собой податливым тонким клеевыми швами $\delta_{ш1}$, $\delta_{ш2}$ находящиеся под действием внешних нагрузок (рис-1) [18-23].

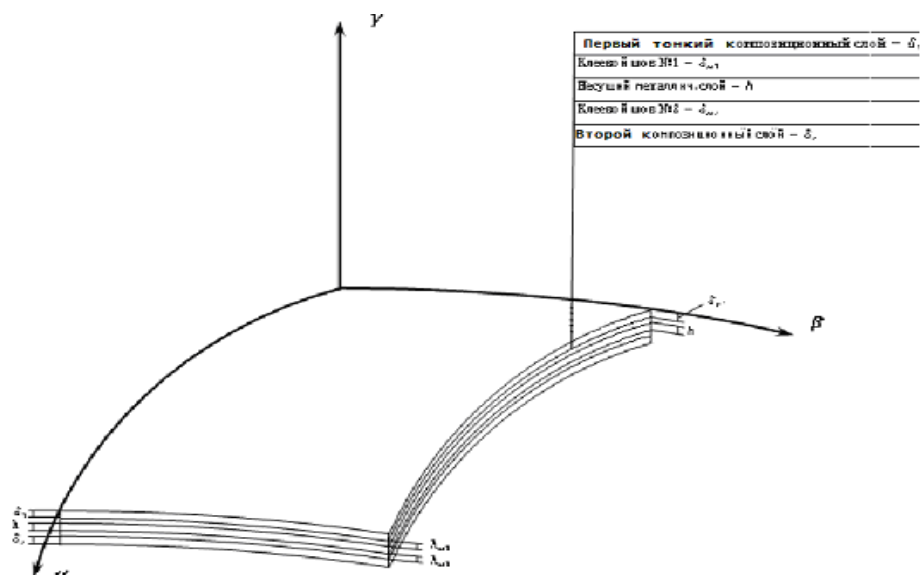


Рисунок 1. Трёхслойная металлическая оболочка

Напряженно-деформированное состояние комбинированных оболочек 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 $\tau_{\alpha\gamma}^{(i)}$, $\tau_{\beta\gamma}^{(i)}$, ($i=1,2,3$) – или соответствующие им деформации $e_{\alpha\gamma}^{(i)}$, $e_{\beta\gamma}^{(i)}$ по толщине оболочки меняются по заданному закону [1];
4. нормальное к срединной поверхности оболочки перемещение не зависит от координаты γ ;
5. давление между слоями отсутствует ($\sigma_\gamma=0$).

Считается также, что между двумя несущими и армирующими слоями находится тонкий склеивающий слой, который работает только на сдвиг в вертикальной плоскости. Склеивающий слой не воспринимает ни

растягивающих, ни изгибных напряжений [24-28]. 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.

Для получения основных уравнений деформирования трёхслойной 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 оболочек с межслоевыми сдвигами. При определении НДС оболочек варьировались модули сдвига и толщина склеивающего шва и исследовано влияние изменения толщин несущих слоёв.

Результаты расчета приведены в виде графиков (рис.2) изменения напряжений в слоях $(\sigma_{\alpha}^{(1)}, \sigma_{\beta}^{(1)}, \sigma_{\alpha}^{(2)}, \sigma_{\beta}^{(2)}, \sigma_{\alpha}^{(3)}, \sigma_{\beta}^{(3)})$ и шве $(\tau^{(i)})$, а также функций сдвига Φ_1 и прогибов W .

Из полученных зависимостей видно, что чем меньше величина модуля сдвига шва по сравнению со слоем $(G_{ш\ddot{u}к} < G_i^{(1)}, G_{ш\ddot{u}к} < G_i^{(2)}, G_{ш\ddot{u}к} < G_i^{(3)})$, тем влияние податливости шва на НДС трёхслойных оболочек сказывается больше. Увеличение модуля сдвига шва 10 раз (от 50 до 500 МПа) изменяет напряжение в металле на 5,2%, а в армирующем слое на 8,5%.

При более высоком модуле сдвига шва $(G_{ш\ddot{u}к} = 5 \cdot 10^2 \text{ МПа})$, увеличение модуля сдвига шва в 10 раз до $5 \cdot 10^3 \text{ МПа}$ изменяет напряжение $\sigma_{\beta}^{(2,3)}$ лишь на 0,09%.

Из полученных зависимостей видно, что чем меньше величина модуля сдвига шва по сравнению со слоем $(G_{ш\ddot{u}к} < G_i^{(1)}, G_{ш\ddot{u}к} < G_i^{(2)}, G_{ш\ddot{u}к} < G_i^{(3)})$, тем влияние податливости шва на НДС трёхслойных оболочек

сказывается больше. Увеличение модуля сдвига шва 10 раз (от 50 до 500 МПа) изменяет напряжение в металле на 5,2%, а в армирующем слое на 8,5%.

При более высоком модуле сдвига шва ($G_{шк} = 5 \cdot 10^2$ МПа), увеличение модуля сдвига шва в 10 раз до $5 \cdot 10^3$ МПа изменяет напряжение $\sigma_{\beta}^{(2,3)}$ лишь на 0,09%.

Таким образом, можно отметить, что модуль сдвига шва значительно меньше влияет на НДС трёхслойных металлических оболочек с армирующим слоем при значениях модулей сдвига шва и слоёв близких по величине.

Литература

1. Амбарцумян С. А. Общая теория анизотропных оболочек. – Наука, 1974. с 446.
2. Dusmatov A. D. Investigation of strength and stability of three-layer combined plates used in underground structures //Scientific-technical journal. – 2019. – Т. 22. – №. 2. – С. 63-67.
3. Irkinivich K. I., Umaraliyevich K. I., Urmonjonovich A. A. Improvement of asphalt concrete shear resistance with the use of a structure-forming additive and polymer //International Journal of Scientific and Technology Research. – 2019. – Т. 8. – №. 11. – С. 1361-1363.
4. Набиев Т. С., Тешабаев А. Э. Модернизация экономики: проблемы и инновации в исследовательской подготовке специалистов //Совершенствование методологии и организации научных исследований в целях развития общества. – 2020. – С. 31-38.
5. Маткаримов Ш. А., Ахмедов А. У. Расчет асфальтобетонных дорожных покрытий на упругом основании //Universum: технические науки. – 2020. – №. 12-1 (81). – С. 96-101.
6. Qo'chqarov B. U., Tojiboyev B. T., Axtambayev S. S. Experimental determination of the gas consumption sent to the device for wet dusting in the humid mode //Экономика и социум. – 2021. – №. 6-1. – С. 226-229.
7. Атнагулов Д. Т., Давлетшин М. М., Набиев Т. С. Дискосовальный сошник с барабанным направителем. – 2011.

8. Набиев Т. С., Давлетшина М. С. Толерантность учителя-современность образования //Международный журнал экспериментального образования. – 2011. – №. 3. – С. 57-59.
9. Набиев Т. С. Оценка знаний по деталям машин и основам конструирования для специоальности "профессиональное обучение" //Международный журнал экспериментального образования. – 2011. – №. 5. – С. 144-145.
- 10.Набиев Т. С., Газиначарова С. Ш. Контроль остаточных знаний по деталям машин и основам конструирования //Инновационные методы преподавания в высшей школе. – 2011. – С. 97-99.
- 11.Халилов Ш. З. и др. Влияние скорости и угла вбрасывания частицы на характер движения компонентов зерно соломистого вороха //Журнал Технических исследований. – 2019. – №. 2.
- 12.Набиев Т. С. Высшее образование-высшая цель молодёжи //Школа науки. – 2020. – №. 2. – С. 52-54.
- 13.Aminjanovich U. J., Akhmadjonovic A. S., Mukhtoralievna R. M. An Effective Cleaner of Raw Cotton from Fine Trash Particles //The American Journal of Engineering and Technology. – 2021. – Т. 3. – №. 06. – С. 47-50.
- 14.Абдуллаев Ш. А., Абдуллаева Д. Т. Нефт шлами ни экологик тоза қайта ишлаш ва қайта фойдаланиш технологияси //Scientific progress. – 2021. – Т. 2. – №. 6. – С. 910-917.
- 15.Маткаримов А. А., Тилавалдиев Б. Т. Перспективы развития машиностроения в Узбекистане //Теория и практика современной науки. – 2021. – №. 1. – С. 244-247.
- 16.Тилавалдиев Б. Т. Угол и конус трения //Журнал Технических исследований. – 2020. – Т. 3. – №. 2.
- 17.Давлетшин М. М., Набиев Т. С. Влияние способов внесения эмульсии гербицида на засоренность посевов и урожай сахарной свеклы //Научное обеспечение инновационного развития АПК. – 2010. – С. 59-61.
- 18.Умаров Э. С. Рамани ўқлар бўйича кўчишларни, унинг мустахкамлигига таъсири ҳақида //Журнал Технических исследований. – 2020. – Т. 3. – №. 1.

- 19.Хамзаев И. Х. и др. Расчет многослойной плиты на упругом основании-Фер ПИ //I Международной научно-практической кон-и. – 2019. – С. 24-25.Рахмонов А. Т. У., Рахмонов А. Т. У., Ахтамбаев С. С. Причины вибрации в станках и методы их устранения //Scientific progress. – 2021. – Т. 2. – №. 6. – С. 89-97.
- 20.Дусматов А. Д., Ахмедов А. Ё., Абдуллаев З. Ж. Температурная задача двухслойных цилиндрических оболочек с композиционными защитными слоями //Scientific progress. – 2021. – Т. 2. – №. 7. – С. 343-348.
- 21.Рахмонов А. Т. У., Ахтамбаев С. С. Причины вибрации в станках и методы их устранения //Scientific progress. – 2021. – Т. 2. – №. 6. – С. 89-97.
- 22.Халилов Ш. З. и др. Прием и хранение зерновой смеси, поступающей после комбайнов //Журнал Технических исследований. – 2019. – №. 2.
- 23.Хамзаев И. Х., Умаров Э. С. Применение метода конечных разностей к расчету пологих оболочек //Журнал Технических исследований. – 2020. – Т. 3. – №. 1.
- 24.Давлетшин М. М., Набиев Т. С., Атнагулов Д. Т. Дисковый сошник с барабанным направителем. – 2010.
- 25.Набиев Т. С. Повышение качества сева и междурядной обработки пропашных культур //Успехи современного естествознания. – 2010. – №. 9. – С. 192-193.
- 26.Набиев Т. С., Давлетшина М. С. Проблемы межкультурной коммуникации школьников в полиэтническом социуме //Международный журнал экспериментального образования. – 2011. – №. 5. – С. 98-99.
- 27.Мамуров Э. Т., Джемилов Д. И. Использование вторичных баббитов в подшипниках скольжения на промышленных предприятиях //Science and Education. – 2021. – Т. 2. – №. 10. – С. 172-179.
- 28.Набиев Т. С., угли Махмудов И. Р. Определение давления при прессовании порошковых материалов //Журнал Технических исследований. – 2020. – Т. 3. – №. 1.