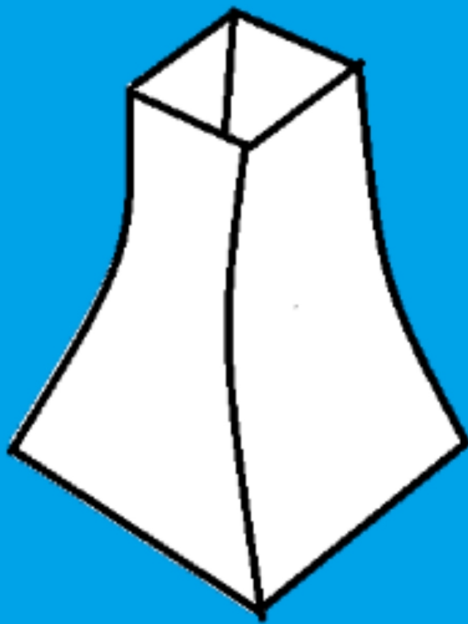


Ефанов К.В.

РАСЧЕТ  
КОРОБЧАТЫХ КОРПУСОВ  
СОСУДОВ, АППАРАТОВ И  
МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ

ИЗДАНИЕ 2-е



2022

18+

**Константин Владимирович Ефанов**  
**Расчет коробчатых оболочек**  
**корпусов сосудов, аппаратов**  
**и металлоконструкций.**  
**ИЗДАНИЕ 2-е**

*[http://www.litres.ru/pages/biblio\\_book/?art=55986810](http://www.litres.ru/pages/biblio_book/?art=55986810)*  
*SelfPub; 2022*

**Аннотация**

В монографии представлен новый физически обоснованный метод расчета коробчатых  $n$ -угольных оболочек корпусов сосудов и металлоконструкций, в основе которого находятся математическая топология и теория тонких оболочек. ТЕОРИЯ КОРОБЧАТЫХ ОБОЛОЧЕК С РАСЧЕТНЫМИ ФОРМУЛАМИ – СМ. РАБОТУ "ТЕОРИЯ КОРОБЧАТЫХ ОБОЛОЧЕК". Настоящая монография является обзорной.

# Содержание

Введение	4
1. Топология цилиндрической и коробчатой обечаек.	7
1. Метод Ефанова	11
Конец ознакомительного фрагмента.	14

# **Константин Ефанов Расчет коробчатых оболочек корпусов сосудов, аппаратов и металлоконструкций. ИЗДАНИЕ 2-е**

## **Введение**

Ефанов К.В. работал конструктором (от рядового до главного) по статическому и динамическому нефтяному в различных компаниях, сталкивался на практике с проблемами расчета коробчатых оболочек сосудов и аппаратов под давлением.

В отсутствии нормативных формул за исключением формула для камер аппаратов воздушного охлаждения, возникло направление анализа и разработки проблемы расчета коробчатых обечаек нефтяных аппаратов.

Существует проблема расчета на прочность коробчатых корпусов силосов, бункеров, сосудов и аппаратов под давле-

нием.

Для корпусов, геометрически соответствующих оболочкам вращения, задача поиска простых расчетных формул, которые затем могут применяться в расчетной методике, успешно решена.

Вопрос расчета коробчатых оболочек был затронут в работе Лащинского [1, с.429], академика Власова В.С. [2], работе по металлоконструкциям Мельникова [3].

В работе Лащинского произвольно оболочка делится в расчетной модели на отдельные пластины, которым назначаются условия закрепления граней.

В работе Власова в оболочке выделяется так называемая жесткая рама и тем самым задача сводится к одномерной и решается. Данный подход имеет специфику прикладного подхода.

*В настоящей работе разработано обоснование, на основании которого коробчатая оболочка может рассматриваться точно также, как и цилиндрическая и для расчета коробчатой оболочки может быть применена моментная теория тонких оболочек.*

*В настоящей работе впервые выполнено включение отдельно стоящих коробчатых оболочек в теорию тонких оболочек, в которой ранее рассматривались только криволинейные оболочки.*

*По сути новый метод состоит в применении моментной теории тонких оболочек к расчету коробчатых обо-*

***лочек и разработке теоретического обоснования для такой возможности.***

*На появление метода "наложил отпечаток" опыт автора по проектированию сосудов и аппаратов с цилиндрическими и коробчатыми оболочками, автор выполнил успешную попытку переноса подходов рассмотрения цельных оболочек с цилиндрических сосудов на коробчатые. А это в свою очередь позволило включить коробчатые оболочки в теорию тонких оболочек, изложенную для криволинейных оболочек.*

—

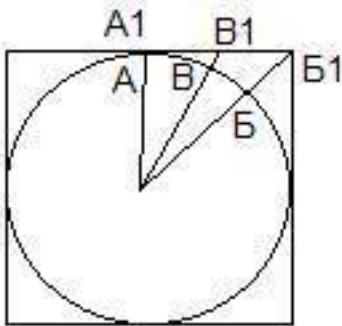
Посвящение – Богу Творцу Троице.

Благодарность моей маме инженеру нефтяного машиностроения.

# 1. Топология цилиндрической и коробчатой обечаяек.

Топологию смотрите по работам [12], [13], [14], [15], [16].

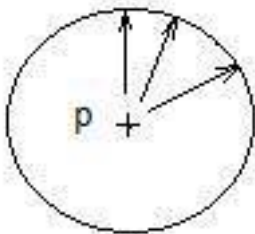
В разделе математики «топология» нет разницы между квадратным сечением и круглым.



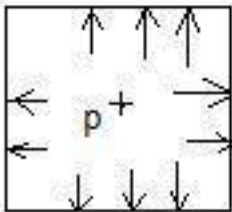
Точки обоих сечений могут переходить между сечениями. И нужно показать какая точка куда переходит. При этом две близкие точки на окружности окажутся близкими на квадрате. Такое описание коробчатой оболочки с квадратным сечением или любой другой многогранной оболочки является наиболее корректным.

Корректная расчетная модель цилиндрической обечайки

по действию внутреннего давления [6], [7], [8]:



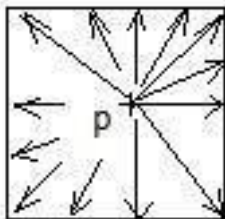
Некорректная модель действия внутреннего давления на стенки коробчатой обечайки. В этой модели силовые линии от внутреннего давления приложены перпендикулярно к стенкам коробчатой оболочки [1]:



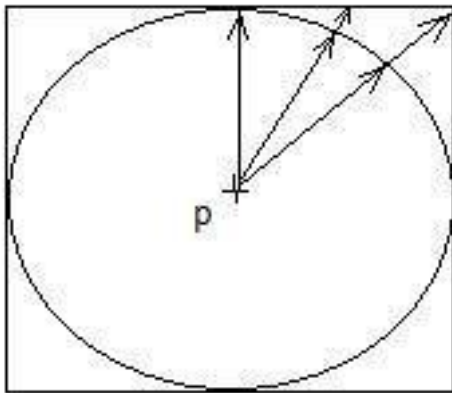
Несмотря на то, что давление является следствием ударов хаотически двигающихся молекул, такая схема не может строго теоретически считаться корректной. Для теории в схему необходимо внести строгость. Мир красив и прекра-

сен, как его Создатель.

А теперь приведем корректную модель для нагружения коробчатой оболочки, полностью соответствующей модели нагружения цилиндрической оболочки:



Совместим две корректные модели для цилиндрической и коробчатой оболочки.



Как видно, линии действия сил давления полностью совпадают по направлениям при совмещении кольцевой и коробчатой оболочки.

# 1. Метод Ефанова

Метод Ефанова К.В. основан на рассмотрении квадратного сечения коробчатой оболочки, полученной по топологии преобразованием из круглого сечений цилиндрической оболочки.

В топологии есть понятие гомеоморфизма. Круг гомеоморфичен квадрату, то есть точки с поверхности круга могут быть перенесены на квадрат и наоборот.

Тогда мы рассматриваем коробчатую оболочку как реальную, то есть как и цилиндрическую, замкнутой саму на себя без какого-либо искусственного деления на пластины для упрощений.

Приведем пример для составной оболочки корпусу цилиндрического сосуда. Цилиндрическая оболочка обечайки сопряжена с шаровыми (или эллиптическими или торо-сферическими) днищами. Составная оболочка рассматривается как цельная оболочка с местами искривления геометрии в местах перехода с цилиндра на сферу. По такому же принципу может быть рассмотрена и коробчатая оболочка. В этом случае рассматриваются простые пластины, сопряженные между собой.

Метод Ефанова рассматривает коробчатую оболочку в виде единой оболочки, имеющей перепады геометрии. Такой подход более строгий и точный, чем рассмотрение оболочки

в виде сопряженных пластин. Так как при рассмотрении сопряжений пластин теряется целое, т.е. оболочка (от общего к частному), а при рассмотрении единой коробчатой оболочки, понятие оболочки постоянно сохраняется. И при таком подходе рассмотрение коробчатой оболочки осуществляется один в один с криволинейными оболочками (т.е. с цилиндрическими, сферическими).

Ниже будет показано обоснование того, на основании чего можно рассмотреть коробчатую оболочку как единую целую оболочку, а не как составную из нескольких пластин.

Математический аппарат специально разрабатывать не потребуется, так как для расчета коробчатой оболочки по методу Ефанова применяется математический аппарат теории тонких оболочек (!!!!).

*По методу Ефанова используется моментная теория тонких оболочек для нахождения усилий и моментов (аналогичных "краевой задаче" в месте сопряжения цилиндра и сферы). Специально разрабатывать какие-либо формулы не требуется, а просто используются существующие общеизвестные из теории тонких оболочек.*

*Важным является отметить – применяться должна моментная теория оболочек.*

—  
Теперь, подведя теоретическое основание к топологическому преобразованию оболочек, необходимо разработать расчетные методики.

Для цилиндрической оболочки изгибающий кольцевой момент постоянен по всему периметру круга. Но для опертых пластин, кольцевого момента нет, а изгибающий момент изменяется по эпюре от мест закрепления краев пластины к её центру. В местах сопряжения пластин могут возникать концентраторы напряжений.

# Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.