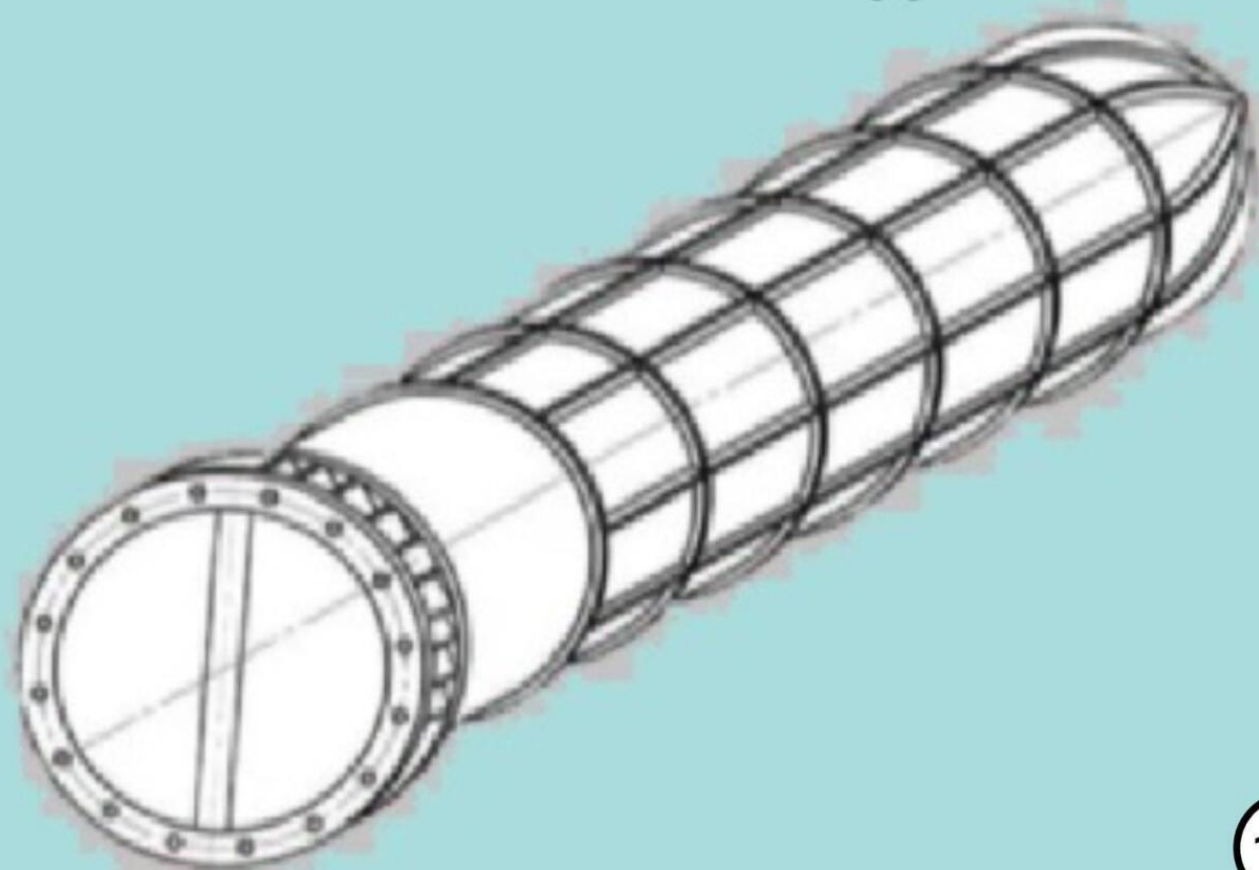


Ефанов К.В.

# Конструкции нефтяных аппаратов с ребристыми оболочками



Константин Ефанов

**Конструкции нефтяных аппаратов  
с ребристыми оболочками**

«Автор»

2020

## **Ефанов К. В.**

Конструкции нефтяных аппаратов с ребристыми оболочками /  
К. В. Ефанов — «Автор», 2020

Существуют ребристые оболочки с развитым пространственным взаимодействием напряжений, за счет которого существенно снижается масса корпуса. Такие оболочки уже находят применение в виде корпусов колонн с укрепляющими кольцами и в металлоконструкциях резервуаров. Широко применяются в оболочках ив ракетостроения, сопоставимых по размерам с нефтяным оборудованием. Конструкторы нефтяных аппаратов в большинстве не углубляются в теорию и не знают про ребристые оболочки. Ребристые оболочки можно выделить в отдельный прием конструирования, направленный на снижение массы и повышения прочности и устойчивости аппарата.

# Содержание

1. Введение	5
2. Новое поколение нефтяных аппаратов	6
3. Конструктивные элементы аппаратов нового поколения	9
Конец ознакомительного фрагмента.	10

# **Константин Ефанов**

## **Конструкции нефтяных аппаратов с ребристыми оболочками**

### **1. Введение**

В настоящей монографии из проектируемых конструкций аппаратов и резервуаров выделен новый тип конструкций аппаратов нового поколения.

Критерием отнесения к аппаратам нового поколения выбран уровень сложности металлоконструкции аппарата и использование силового взаимодействия и распределения напряжения по конструкции в пространстве.

Металлоконструкция аппаратов нового поколения состоит из металлоконструкций двух типов – листовых металлоконструкций, из которых состоят аппараты предыдущего поколения (условно первого) и стержневых каркасных металлоконструкций.

### **Посвящение**

Монография посвящается Автору бионического дизайна, самого совершенного способа конструирования БОГУ ТВОРЦУ ТРОИЦЕ.

### **Благодарность**

Моей маме Татьяне Викторовне, работавшей инженером в нефтяном машиностроении.

## 2. Новое поколение нефтяных аппаратов

Металлоконструкции, как известно, делят на листовые и стержневые [1], [2]. Конструкции аппаратов предыдущего поколения были только листовыми. Корпуса могли быть изготовлены из поковок раскаткой до заданного диаметра или получены рулонированием. Но в любом случае получались сплошные оболочки вращения, идентичные листовым. Поэтому корпуса всех аппаратов предыдущего поколения условно отнесем строго к листовым конструкциям. Конструкции аппаратов предыдущего поколения подробно описаны в работах Вихмана [3], Бабицкого [4], Зусмановской [5], Лашинского [6] и других авторов.

Новое поколение аппаратов имеют конструкцию, объединяющую два вида металлоконструкций: листовых и стержневых.

Металлоконструкции нового поколения проектируются в настоящее время индивидуально и в литературе не описаны.

Также новые конструкции аппаратов распространяются и на конструкции резервуаров определенного типа и вместимости. Четко прописанный критерий отличия сосудов от резервуаров в настоящее время отсутствует.

С точки зрения прочностного расчета сосуды рассчитываются по допускаемым напряжениям, а резервуары как строительные конструкции по предельным нагрузкам.

Новое поколение аппаратов требует применения новых методов нормативных расчетов. Нормы для аппаратов предыдущего поколения являются устаревшими.

Методом расчета конструкция аппаратов нового поколения должен стать расчет методом конечных элементов в специализированном пакете, таком как ANSYS. Сейчас в нормах для сосудов и нормах для резервуаров указано о возможности применения метода конечных элементов и методов строительной механики. Применение методов строительной механики является устаревшим по сравнению с расчетом методом конечных элементов.

Теоретические основы метода конечных элементов являются теория упругости или теория оболочек, то есть теория, на основании которой построены устаревшие нормы. Но по методу конечных элементов по заложенным теориям расчет выполняется на принципиально другом информативном и обоснованном методе. Теория методов расчета оболочек и расчета оболочек методом конечных элементов подробно рассмотрена во впервые написанных для аппаратов специальных монографиях Ефановым [7], [8], [9].

Конструкции нового поколения имеют минимальную массу и поэтому те решения, которые применялись для устаревшего поколения аппаратов, неприменимы к аппаратам нового поколения. Стержневые конструкции обеспечивают прочность за счет правильного расположения массы металла в нужной геометрической зоне, листовые металлоконструкции обеспечивают сплошность оболочки сосуда и несущую функцию.

К аппаратам нового поколения относятся аппараты с цилиндрическими и коробчатыми оболочками. Коробчатую оболочку нельзя рассматривать как составную из пластин, потому что с точки зрения топологии она может быть получена из цилиндрической оболочки перемещением её средней линии. В этом состоит обоснование введение в науку теории тонких оболочек коробчатых оболочек. Между парой цилиндрическая оболочка – коробчатая оболочка, полученной топологическим преобразованием, может быть установлен коэффициент пропорциональности напряжений. И для коробчатых оболочек можно ориентировочно через этот коэффициент находить напряжения по формулам для цилиндрических оболочек. Коробчатая оболочка является замкнутой самой на себя и нельзя её стороны рассматривать как пластины, опирающиеся по сторонам, а только как единую оболочку. Такой подход наиболее точный.

Коробчатые горизонтальные сосуды по сравнению с вписанными по диаметру цилиндрическими емкостными сосудами имеют увеличенную вместимость. И поэтому рекомендованы к использованию в качестве резервуаров и сосудов под налив для хранения больших объемов жидкости. Стержневые металлоконструкции усиливают листовые металлоконструкции коробчатых сосудов и аппаратов.

Эффект взаимодействия листовых и стержневых конструкций состоит в том, что для слабых по прочности мест листовых конструкций сопряженных со стержневыми металлоконструкциями изменяется в пространстве силовые взаимодействия и поле распределения напряжений в пространстве. Именно пространственным эффектом достигается преимущества в легкости, прочности и жесткости нового поколения конструкций аппаратов.

Ранее устаревшие конструкции аппаратов строго отделялись от стержневых металлоконструкций. Стержневые металлоконструкции использовались в промышленных этажерках, то есть строениях технологических установок заводов, внутри которых размещались на заданных высотных отметках аппараты устаревших конструкций. Например, аппараты колонного и емкостного типов, теплообменное оборудование. В новом поколении конструкции аппаратов синтезируются из двух типов металлоконструкций.

Законы физического (тепломеханического) взаимодействия элементов оболочек остались прежними, но используются по-новому. В этом и состоит с научной точки зрения различие между новым и устаревшим поколением нефтяных, химических аппаратов и резервуаров.

Ефановым в работе [10] указывается, что для аппаратов устаревшего поколения при проектировании решаются две проблемы: синтез оболочки и сложная материаловедческая проблема. Синтез оболочки аппарата устаревшего поколения из типовых листовых элементов является относительно простой задачей.

Для аппаратов нового поколения проблема синтеза оболочки является более сложной задачей из-за необходимости синтеза оболочки из листовой и стержневой металлоконструкции с требуемым распределением напряжений в пространстве. То есть первая проблема усложняется, вторая остается на прежнем уровне сложности. Первая попытка обосновать такие конструкции выполнена Ефановым [11].

*Сделаем вывод, что в этом состоит отличие в проектировании аппаратов нового поколения и устаревшего поколения.*

Атомная отрасль является консервативной и в ней предположительно будут применяться аппараты устаревших конструкций, например, корпуса ядерных реакторов, изготовленные из поковок.

Применение аддитивных технологий изготовления не сделает конструкции устаревшего поколения конструкциями нового поколения. Изменится только технология изготовления. Обоснованием технической реализации применения аддитивных технологий для изготовления оболочек сосудов и аппаратов впервые выдвинута Ефановым в краткой статье [12] на основании возможного заимствования опыта изготовления колец диаметром около 2 метров в судостроении.

В нефтяном машиностроении по аддитивной технологии могут быть изготовлены сложной формы детали проточной части центробежных насосов и аналогичные изделия. Для изготовления несущих металлоконструкций, аддитивные технологии больше подходят для конструкций с развитым пространственным взаимодействием, применяемых в автомобилестроении и авиастроении.

При проектировании конструкции автомобиля может быть сформулирована задача конструктивного решения в виде получения несущего кронштейна с массой на несколько процентов меньшей, чем у аналогов. Такая задача решается за счет использования сложной формы, которую можно получить только аддитивными технологиями. Для нефтяных аппаратов такая задача может быть сформулирована и решена за счет синтеза металлоконструкции из листо-

вой и стержневой с применением традиционных технологий обработки режущим инструментом, сварочным оборудованием. На этом основании можно сделать принципиальный вывод об отсутствии необходимости применения аддитивных технологий в нефтяном и химическом аппаратостроении и производстве резервуаров.

### **3. Конструктивные элементы аппаратов нового поколения**

Для аппаратов нового и устаревшего поколения изменилась конфигурация элементов, но перечень элементов остался без изменений, например, обечайки, днища, опоры.

## **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.