



# Уплотнительные ленты – новый подход к герметизации фланцевых соединений

А.П. Епишов, Председатель наблюдательного Совета ООО «Ильма», к.т.н.

## История вопроса, предпосылки к разработке новых подходов

Мировая уплотнительная техника на протяжении целых столетий оставалась весьма консервативной в отношении конструкций фланцевых прокладок. Традиционно в отношении этих уплотнений существовала негласно принятая всеми производителями классификация: металлические, комбинированные (как правило, металлический сердечник и мягкий уплотнитель) и мягкие (пластичные) прокладки. Чем выше рабочее давление и температура уплотняемой среды, тем выше вероятность использования металла. Но, поскольку более 90 процентов всех фланцевых соединений приходится на оборудование с относительно низкими параметрами (давление до 4 МПа), то крупнейшей группой фланцевых прокладок остаются мягкие прокладки.

Всегда считалось, что мягкая прокладка – это прокладка, вырезанная из листа. Не вдаваясь в детали относительно типа и характеристик листа (паронит, асбестовый лист, фторопласт, картон, бумага, графитовая фольга и др.), отметим общую характерную деталь. Во-первых, для её изготовления необходимо знать размеры фланцевого соединения. Во-вторых, технология вырезки предполагает наличие отходов (по оценкам экспертов отходы составляют от 35 до 70 процентов). В-третьих, наружный диаметр прокладки ограничен размерами листа. И, наконец, прокладки, особенно относительно большого диаметра, требуют места (пространства) для хранения, специальной упаковки и бережного отношения при монтаже. Не ставя под сомнение характеристики листовых материалов и ценность вырубных (вырезанных) фланцевых прокладок как класса, отметим лишь, что имеются очевидные недостатки при таком традиционном подходе.

## Новые подходы: история, плюсы и минусы

В последней четверти 20-го века были созданы новые материалы на основе химических волокон, пластика и графита. Шагая в ногу со временем, мировая уплотнительная техника предложила в начале 80-х годов прошлого столетия разработчикам и производителям тепломеханического оборудования (ТМО), а также конечным пользователям, широкую гамму материалов с уникальными эксплуатационными свойствами. Именно тогда, в середине 80-х, в Советском Союзе стали появляться



Александр Павлович  
Епишов

первые импортные прокладки на основе терморасширенного графита (ТРГ). Сначала это были прокладки, вырезанные из чистой графитовой фольги, затем появились прокладки с металлическим армирующим слоем и тиснённые графитовые ленты.

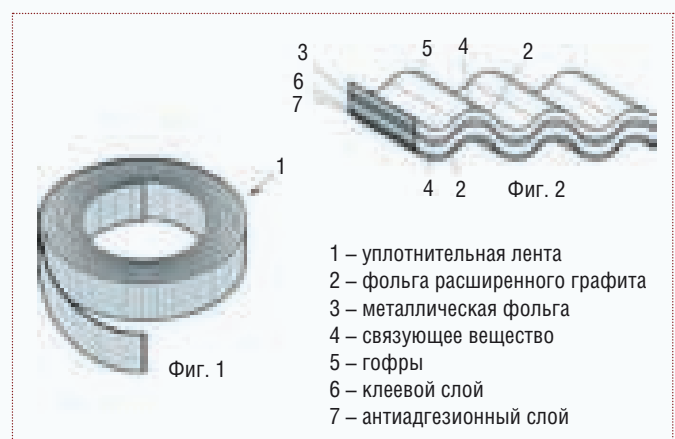
Примерно в 1990-м году на нашем рынке впервые появилась тиснённая графитовая лента с липким слоем для герметизации фланцевых соединений. Эту ленту можно было использовать лишь исключительно для фланцев диаметром свыше одного метра, так как применённая технология тиснения не позволяла

закручивать ленту на меньший радиус, – лента просто разрывалась. Но даже при применении на больших фланцах такая лента была низко технологичной и неудобной в установке.

В 1994-96 годах на российский рынок поступили первые фланцевые ленты на основе экспандированного (расширенного или волокнистого) фторопласта. Эти первые ленты имели однонаправленную структуру армирования, низкие показатели упругости при исключительно высокой сжимаемости (до 70 процентов). О применении таких лент на оборудовании с циклическими нагрузками даже не могло идти речи. Таким образом, начало эры безотходной герметизации фланцевых соединений ТМО было положено в конце прошлого века, и это были исключительно западные технологии.

## Гофрированные ленты на основе ТРГ – создано в России

В России с началом внедрения уплотнений на основе ТРГ проблема надёжной герметизации была отчасти решена, но лишь для разъемов небольших габаритов. Сложившаяся ситуация была вызва-



Гофрированная лента из ТРГ

на тем, что отечественные производители не выпускали листовые уплотнения на основе ТРГ шириной более 1 метра. Поэтому потребители по-прежнему использовали старые материалы на основе асбеста, так как покупать чрезвычайно дорогие графитовые листы импортного производства (которые тоже ограничены размером 1,5 метра) большинство российских предприятий просто не имели возможности.

И вот тогда, в начале 90-х, российскими инженерами одной из лабораторий Минатома РФ был предложен новый подход к решению описанной проблемы. Суть подхода заключалась в использовании не тиснёных, а гофрированных ленточных уплотнений. Было предложено вырезать графитовую ленту из рулона фольги, подвергать специальной деформационной обработке (гофрированию), а затем укладывать непосредственно на разъем по спирали, формируя многослойную прокладку.

Самая сложная задача, которую предстояло решить специалистам – это найти правильный способ гофрирования фольги, ведь она не эластична и не обладает достаточной гибкостью. В результате многочисленных экспериментов решение было найдено. Новый способ гофрирования получил название «непрерывная деформация в упругой оболочке». При вращении пары зубчатых колес, между которыми пропусклась исходная графитовая лента, вершины зубчатых поверхностей покрывались упругим тонким слоем, и это изобретение позволяло осуществлять деформацию в условиях, близких к всестороннему сжатию, что исключало ее повреждение с появлением трещин и разрывов.

Таким образом, была решена задача по отработке технологии получения фланцевых ленточных уплотнений на основе ТРГ. Новый метод герметизации имел ряд существенных преимуществ по сравнению с традиционными способами:

- появилась возможность формировать прокладку большого радиуса и сложной формы;
- ленточная технология герметизации безотходна, в то время как при вырубке уплотнений из листов часть материала просто выбрасывается;
- монтаж ленточного уплотнения был достаточно удобен, ленты можно было устанавливать непосредственно на уплотняемой поверхности фланца ручным методом.

Наряду с очевидными преимуществами новый метод герметизации имел ряд недостатков. Первое. При укладке уплотнителя был не исключен обрыв ленты. Второе. Недостаточное качество и точность укладки – при ручном методе имело место небольшое смещение слоев ленты в радиальном направлении. Третье. Применение клея – не-



Уплотнительная фланцевая лента из ТРГ, армированная нержавеющей стальной лентой

гативный фактор с точки зрения охраны труда. Четвертое. Весьма сложно было осуществлять укладку ленты в труднодоступных местах, в стесненных условиях.

В результате дальнейшей работы по усовершенствованию продукта и технологии в целом была получена лента с клеевым слоем и лента с заданным радиусом кривизны.

Для этого были разработаны и апробированы установки для нанесения клея на ленту и для ее закругления.

Закругленную ленту гораздо легче укладывать в труднодоступных местах, а наличие липкого слоя позволяет зафиксировать слои, исключая их смещение. Особенно ценное новшество – ленточные уплотнители, армированные стальной нержавеющей лентой. По основным физико-механическим свойствам (прочность на сжатие, циклическая стойкость к релаксации, упругость, прочность на разрыв и т.п.) такая лента существенно превосходит ленту без армирования. Теперь вероятность повреждения ленты при укладке практически исключалась.

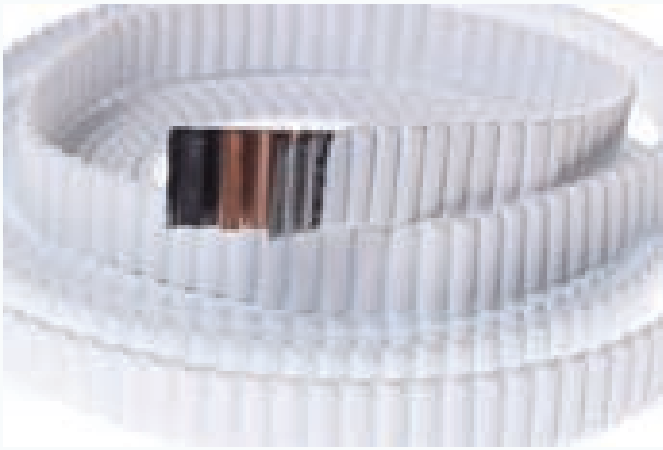


Уплотнительная фланцевая лента из ТРГ для удобства может иметь клеевой слой и заданный радиус кривизны

Теперь вероятность повреждения ленты при укладке практически исключалась.

## Плакирование графита фторопластом – новые возможности

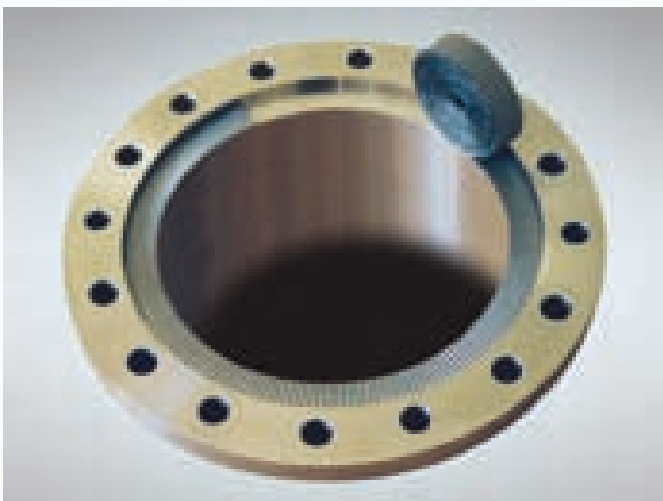
Дальнейшее развитие ленточной технологии было обусловлено ограничением применения изделий из ТРГ в некоторых агрессивных средах. В этой ситуации одним из выходов могло бы стать использование уплотнительных фланцевых лент из чистого экспандированного фторопласта. Однако два фактора существенно сдерживали такое применение. Во-первых, подобные ленты не выпускаются в промышленных масштабах в



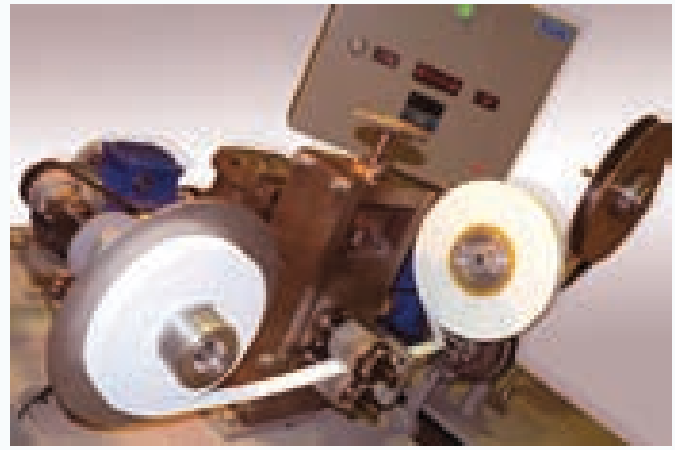
Уплотнительная фланцевая лента из ТРГ, армированная медной лентой и плакированная экспандированным фторопластом

России, а ленты зарубежного производства существенно дороже графитовых. Во-вторых, фторопластовая лента при выдающейся хемостойкости и пластичности не обладает в должной мере свойствами упругости. Новый продукт создавался по принципу «два в одном». Российские специалисты разработали и запатентовали новый уникальный продукт – металлографитовую ленту с покрытием из экспандированного фторопласта. Суть технологии заключается в многослойной обмотке исходной графитовой ленты тончайшей фторопластовой плёнкой с последующей опрессовкой в условиях, близких к всестороннему сжатию. Таким образом, была получена фланцевая лента, обладающая хемостойкостью фторопласта и упругостью терморасширенного графита. Новая лента также оснащается липким слоем и может быть изготовлена с заданным радиусом кривизны.

В настоящее время ленточные уплотнения на основе графита и фторопласта широко применяются



Ленты можно было устанавливать непосредственно на уплотняемой поверхности фланца ручным методом



Установка для многослойной обмотки исходной графитовой ленты тончайшей фторопластовой пленкой с последующим гофрированием ленты

в энергетике и многих отраслях промышленности. Особенно широко ленты применяются для герметизации фланцев теплообменников на электростанциях, в нефтепереработке и в целлюлозно-бумажной промышленности. Опыт показывает, что применение новейших технологий позволяет значительно повысить технический уровень оборудования и, тем самым, снизить производственные издержки. Но при принятии решения о внедрении новых материалов немало-



Лента позволяет формировать прокладку большого радиуса и сложной формы

важным является вопрос доступности продукта для потребителя. Производство ленточных уплотнений – одна из немногих сфер российской промышленности, в которой удалось применить отечественные разработки и создать продукт мирового качества, при этом оставив его доступным по цене для российских предприятий.

*Самое высшее наслаждение – сделать то,  
что, по мнению других, вы сделать не можете.*

У. Бэджот