

Раздел седьмой ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

7.3. Новые уплотнительные и огнезащитные материалы для энергопредприятий

7.3.1. Основные требования, предъявляемые к уплотнительным материалам и изделиям, применяемым в энергетике, и их сравнительная характеристика

Ильин Е.Т. ЗАО «Комплексные энергетические системы»

Надежность и безопасность (в том числе и экологическая) эксплуатации оборудования, находящегося под избыточным давлением, в значительной мере зависит от безотказности функционирования уплотнений различных его соединений. В условиях повсеместной автоматизации производства особенно важной задачей является обеспечение герметизации и надежной эксплуатации исполнительных и регулирующих органов (для ТЭС это, в первую очередь, относится к запорной и регулирующей арматуре). Возникновение парений, течей, разгерметизация соединений могут привести к отказу оборудования, выбросам токсичных и вредных веществ, длительным вынужденным простоям дорогостоящего оборудования, один час простоя которого обходится в сотни тысяч или миллионы рублей.

В связи с этим основные требования, которые предъявляются к уплотнительным изделиям, можно сформулировать следующим образом:

- обеспечение герметичности в течение всего срока эксплуатации (как правило, не менее чем межремонтный период основного агрегата) в широком диапазоне изменения температур и давлений;
- возможность длительного хранения уплотнительного изделия без потери им своих физико-химических и механических свойств;
- возможность длительного хранения и транспортировки узлов уплотнения в собранном виде без риска развития в них коррозии.

В связи с перечисленными выше требованиями уплотнительные материалы, применяемые для изготовления уплотнительных изделий, должны соответствовать следующим требованиям:

- обеспечивать надежную герметичность уплотняемого соединения в процессе эксплуатации без дополнительного обслуживания между ремонтами;
- обладать устойчивостью к износу и выносу уплотняющего материала;
- не вызывать коррозию уплотняемых поверхностей;
- иметь высокую устойчивость к выгоранию при термическом воздействии в процессе эксплуатации в заданном интервале температур;
- не оказывать существенного механического воздействия на уплотняемый элемент (шток, шпindel или вал), приводящего к износу последнего или появлению на нем задиров или заусенцев;
- иметь низкий коэффициент трения, обеспечивая снижение мощности привода, а также снижение потребления электроэнергии на собственные нужды в процессе эксплуатации и нагрузки на шток арматуры;
- обладать высокой стойкостью к разрушению в среде обычного атмосферного воздуха, водяного пара, воде, кислотах, щелочах и растворах солей при совместном действии среды, давления и температуры;
- обладать пластичностью, благодаря которой при сборке соединений и их обжатии материал уплотнений заполняет все микрозоры сопрягаемых поверхностей;
- сохранять упругость при циклических колебаниях

давления и температуры рабочей среды и обеспечивать тем самым требуемый для герметичности силовой контакт с поверхностями фланцев (компенсировать их перемещения);

- иметь низкий коэффициент температурного расширения для предотвращения самоуплотнения в процессе эксплуатации с циклической сменой температур;
- не изменять перечисленные выше химико-физические и механические характеристики в процессе эксплуатации, т.е. сохранять долговечность;
- обладать экологической безопасностью, не оказывать вредного воздействия на персонал при работе с материалом.

Немаловажное значение также имеют доступность (недефицитность) таких материалов.

В настоящее время не существует материала, в полной мере отвечающего всем перечисленным выше требованиям. В настоящее время в зависимости от условий эксплуатации для изготовления уплотнительных изделий в мире широко применяются материалы, перечисленные в табл. 7.1.

Таблица 7.1. Уплотнительные материалы

Класс	Материал
Природные	Асбест, хлопок, лен, пенька (конопля), рами
Синтетические	Полиамиды (СВН, кевлар); ПТФЭ (фторопласты, тефлоны)
Высоко-температурные	Стекловолокно, керамика, углеродное волокно, графит

В табл. 7.2 приводится сопоставление основных характеристик уплотнительных материалов, применяемых в энергетике и других отраслях промышленности.

До настоящего времени наибольшее распространение на ТЭС России имели сальниковые набивки марок АГ, АГИ, АС, АФТ, АП, АПР и др. Основной составляющей этих набивок является асбест. Для уплотнения штоков арматуры высокого давления чаще всего применяли прессовальные кольца марки АГ-50, содержащие 50 % графита, 45 % асбеста и 5 % алюминиевой пудры. Эти кольца обладают достаточно хорошими уплотняющими свойствами, но способствуют активному развитию коррозионных процессов при хранении, транспортировке и длительном простое оборудования, поэтому эти уплотняющие элементы, как правило, поставляются в виде запасных комплектов отдельно от основного оборудования. Установка уплотнений производится только при монтаже оборудования на месте.

Негативные последствия, вызванные многолетним повсеместным применением традиционных уплотнений (паронита, асбестовых набивок, асбестальных листов и прокладок) хорошо известны. В условиях переменных тепловых и динамических нагрузок асбестосодержащие уплотнительные материалы релаксируют (что приводит

к разгерметизации соединений из-за снижения усилия обжатия), и требуется их постоянная подбивка.

Потеря массы асбестосодержащих набивок требует большего начального объема, что приводит к увеличению размеров узла уплотнения, габаритных размеров и металлоемкости основного агрегата (арматуры, насоса и т.д.).

Анализ характеристик материалов, приведенных в табл. 7.2, показывает, что изделия из политетрафторэтилена (ПТФЭ) обладают низким коэффициентом трения, пластичностью, не вызывают коррозии, инертны практически во всех средах, но имеют достаточно низкую верхнюю температурную границу применения ($t_{\max}=+260$ °С). Кроме того, изделия из обычного ПТФЭ (фторопласта-4) обладают повышенной текучестью даже при невысоких температурах, что накладывает жесткие требования на зазоры между штоком и корпусом по сравнению с другими материалами (допуски для фторопласта по классам Н9/d9, для других материалов Н11/d11).

К этому следует добавить, что в настоящее время появились материалы из ПТФЭ с измененной пространственной структурой, так называемые экспандированные ПТФЭ. Лучшие образцы этих материалов, производимые фирмой GORE (США), практически не имеют «холодной» текучести. Однако высокая цена и достаточно низкая верхняя граница температурного

применения сдерживают широкое применение этих материалов.

Уплотнительные изделия из полиамидных волокон и из углеволокна применяются в основном для изготовления плетеных набивок. Достоинством таких набивок является высокая прочность волокон, что позволяет применять их для уплотнения сальников насосов, работающих в кристаллизующихся средах и средах с содержанием абразивных материалов (пульпы и т.д.). Низкая упругость этих материалов и недостаточная пластичность не позволяют широко использовать их для уплотнения сальниковых узлов штоков арматуры.

Как видно из табл. 7.2, уплотнительные материалы из терморасширенного графита в большей мере отвечают основным требованиям, поэтому они получили широкое распространение в условиях эксплуатации при высоких давлениях и температурах. Дополнительным достоинством уплотнений из ТРГ является возможность изготовления всех типов уплотнительных изделий: сальниковых колец, плетеных набивок, прокладок.

Более подробные характеристики и условия применения изделий из ТРГ будут приведены далее применительно к ТРГ марки «Графлекс» производства НПО «Унихимтек».

Таблица 7.2. Основные характеристики уплотнительных материалов

Наименование	Асбест (АГ-50)	ТРГ*	Арамидное волокно	Углеволокно	ПТФЭ
Плотность, г/см ³	2,25	1... 1,6	1...2	1... 1,6	1,3...1,8
Температура применения, °С	400	От -196 до +450 (3000)	280	+240...+500	от -200 до +260
Теплопроводность, Вт/(м·К)	0,03	3...150	0,32	3	0,24 (1,14)**
Химическая стойкость, рН	3...12	1...14	2...13	1...14	0...14
Пластичность	Непластичен	Пластичен	Непластичен	Непластичен	Непластичен
Упругие деформации, %	1,5...3,5	10...15	2...3,3	2...3,5	1,4... 3
Коэффициент трения по стали	0,37	0,02...0,12	0,3	0,20	0,02... 0,04
Коррозионное воздействие	Вызывает коррозию	Практически не вызывает коррозию	Практически не вызывает коррозию	Практически не вызывает коррозию	Не вызывает коррозию

* ТРГ — терморасширительный графит.

** Для графитонаполненного фторопласта.