

Е. В. Сафонов, к. т. н.

СЛАГАЕМЫЕ НАДЕЖНОГО УПЛОТНЕНИЯ

Уплотнительные материалы, не содержащие асбеста, завоевывают всё большую популярность в нашей стране. Происходит это прежде всего благодаря тому, что безасбестовые материалы экологически чистые. Асбест же признан вредным и уже запрещен к применению в Европе. Очевидны и функциональные преимущества безасбестовых материалов: прокладки из таких материалов долговечны, лучше обеспечивают герметичность. К тому же они легче демонтируются, поскольку не прилипают к поверхности.

Существует несколько типов безасбестовых прокладочных материалов:

- фторопласт;
- вальцованные прокладочные материалы;
- материалы на основе терморасширенного графита (ТРГ);
- спирально-навитые прокладки;
- стальные (специальные) прокладки.

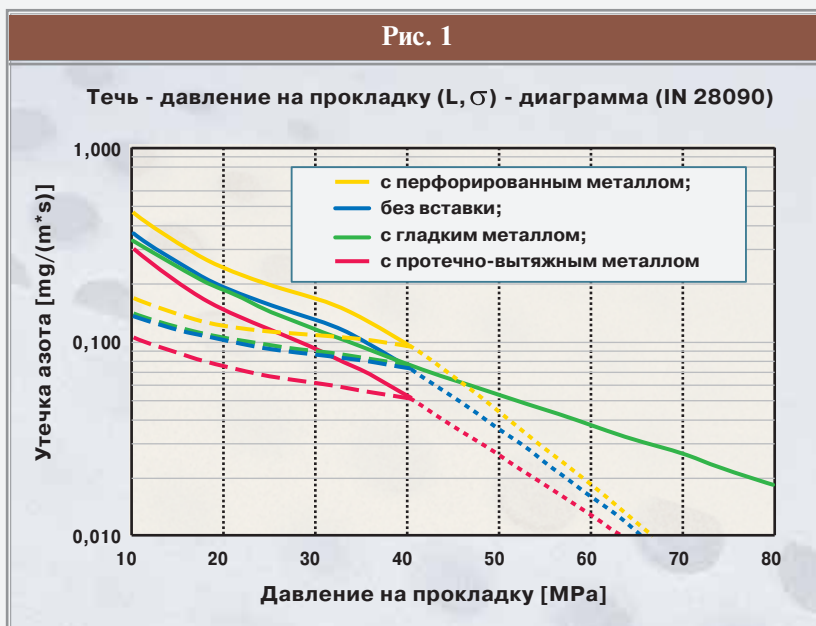
Каждый из них обладает своими преимуществами и недостатками. Выбор материала прокладки зависит от предъявляемых к ней требований.

Никто не будет спорить, что самое важное качество прокладки — ее способность обеспечить герметичность уплотняемого стыка. Необходимо отметить, что обеспечение герметичности зависит от нескольких факторов: воздействие температур, перепады давления, качество поверхности фланцев, тщательность монтажа прокладки. Материалы с волокнистой структурой и связующим каучуком имеют преимущество в обеспечении герметичности, однако могут подвести даже при недолговременных воздействиях высокой температуры. С другой стороны, металлические прокладки прекрасно себя ведут при динамических нагрузках, но могут отказать даже при несущественном нарушении правил установки. Кроме того, установка металлических и спирально-навитых прокладок требует хорошего качества поверхности фланцев, их параллельности. Всех этих недостатков лишены графитовые прокладки, которые являются действительно универсальными: устойчивы к повышенным температурам, стойки к динамическим нагрузкам, нетребовательны к поверхностям фланцев, их параллельности, и просты при монтаже. Упомянутые преимущества позволили материалам на основе ТРГ занять лидирующие позиции среди уплотнительных материалов. Но не все такие материалы

одинаковы, их свойства разнятся и весьма значительно.

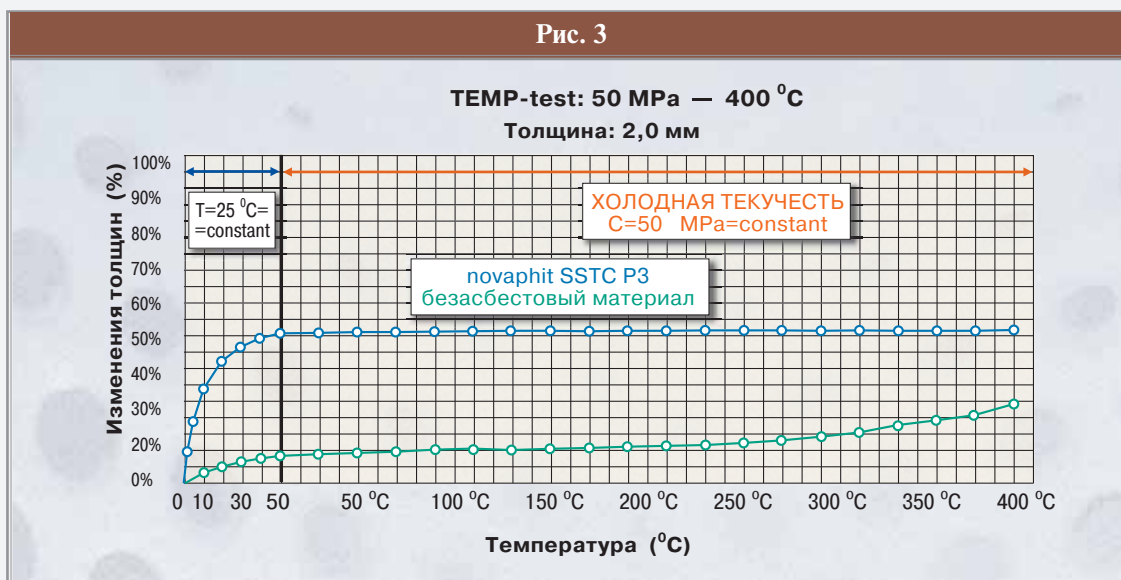
◆ Армирование и герметичность

Важным фактором для обеспечения герметичности стыка является армировка прокладок. На настоящий момент известны четыре основных типа армировки — перфорированная жесь, гладкая жесь, прорезно-вытяжная жесь и стальные сетки



различного плетения. Причем армировка прорезно-вытяжной жесью получила широкое распространение сравнительно недавно. Основным материалом с такой армировкой, представленным на рынке, в настоящий момент является Novaphit SSTC. Диаграмма (Рис. 1) наглядно показывает разницу в поведении прокладок с различной армировкой под





давлением. При поверхностном давлении в 40 МПа прокладки с просечно-вытяжной жостью показали обеспечение герметизации примерно на 50% выше, чем с перфорированной жостью.

Фотографии на рис. 2 объясняют, за счет чего это происходит. Прокладки толщиной 2 мм с разной армировкой обжимались с усилием по поверхности 25 МПа. С помощью пленки Fuji (чувствительность 10-50 МПа) были сняты зоны различного давления на поверхности прокладки. Фотография слева ясно показывает, что зоны повышенного давления сосредоточены на перфорационных коронках. Как следствие, давление между коронками оказывается существенно ниже, следовательно, имеется возможность утечки в слабых местах. Распределение давления на прокладке, армированной просечно-вытяжной жостью (справа), — равномерное. Сетка образует замкнутые ячейки, не допускающая утечки уплотняемой среды. То есть, прокладка как бы оптимизирует сама себя.

◆ Механические свойства

При сравнении плотности графитовых материалов ($1,0 \text{ г/см}^3$) с традиционными паронитами (до $1,8 \text{ г/см}^3$) может показаться, что графитовые материалы излишне «деликатны» и требуют особых условий эксплуатации. Однако, это не совсем так. Кажущийся недостаток прокладок из ТРГ на

самом деле является преимуществом, т.к. графитовые прокладки более адаптивны к недостаткам поверхности.

Результаты теста (Рис. 3) показывают различное поведение прокладок при усадке. Важный вывод этого теста касается определения необходимой толщины прокладки. Графитовые прокладки, армированные просечно-вытяжной жостью, намного больше подходят для использования на «грубых» поверхностях фланцев и на непараллельных фланцах. Это позволяет применять прокладки толщиной 1,5—2,0 мм на устаревшем или изношенном оборудовании даже на больших диаметрах. Происходит это благодаря уникальным свойствам просечно-вытяжной жости, позволяющей графиту через открытые ячейки «перетекать» из одного слоя в другой, заполняя даже глубокие царапины и неровности фланцев. Это наглядно видно на представленных фотографиях (Рис. 4) — на поверхность прокладок были нанесены царапины различной глубины, после обжатия данных прокладок с усилием 20 МПа царапины практически исчезли.

◆ Прокладки больших размеров

Поскольку стандартные размеры листов прокладочных материалов не превышают 1500 мм, часто возникают сложности с изготовлением и монтажом прокладок больших диаметров. Ранее на предприятиях химической и нефтехимической отрасли использовались составные прокладки со скошенными напусками, иногда — склеиваемые. Однако такой метод возможен только с паронитовыми прокладками, и совершенно неприемлем для графитовых. На практике сегменты графитовых прокладок просто укладывают друг рядом с другом. Этот метод имеет существенный недостаток: так как армировка используемых материалов — просечная жость, то при монтаже и обжатии прокладки армировка может либо накладываться друг на друга, либо оставлять зазоры. Сегментированные прокладки из материала Novaphit SSTC лишены данного недостатка, потому что используемая армировка — просечно-вытяжная



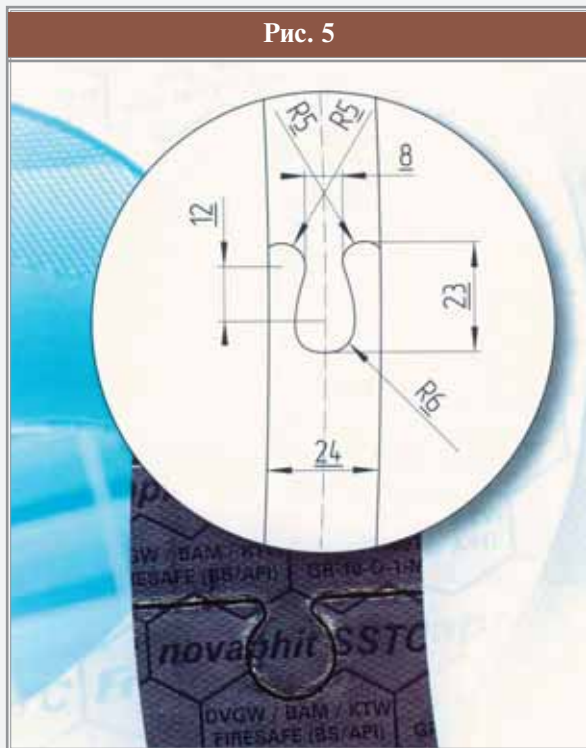


Рис. 5

жесть, имеющая открытую структуру, что позволяет графиту закрыть возможные зазоры. Оптимизировать соединение сегментов можно, используя соединение в виде кнопки в прокладках (Рис. 5).

◆ Внутренняя окантовка

Существуют различные причины применения прокладок с внутренней окантовкой. Помимо увеличения стойкости прокладки к температурным режимам и режимам эксплуатации с повы-

шенным давлением (более 25 МПа), применение окантовки вызвано стремлением уменьшить газонепроницаемость уплотнения. Диаграмма на рис. 6 наглядно показывает изменение газонепроницаемости материалов на основе перфорированной жести и материала Novaphit SSTC. Причина такого явления — разная толщина армирования материала: у Novaphit SSTC он никогда не бывает больше 0,50 мм, перфорированная жесть — до 1,75 мм. Если добавить толщины окантовки, то становится понятно, насколько усилие затяжки прокладок должно быть разным и насколько разным будет удельное давление в местах окантовки прокладок.

◆ Качество графита

Для того, чтобы оценить качество графитовой фольги, используемой в армированных прокладках, был проведен тест. Испытывались три вида графитовой фольги: армированные просечно-вытяжным металлом — Novaphit SSTC с фольгой, применяемой в настоящее время (Образец 1), более дешевый аналог европейского производителя (Образец 2) и фольга производства китайского производителя (Образец 3).

Каждый из образцов подвергали воздействию температуры 550 °С в течение 326 часов, после чего измеряли изменение массы материалов, вес армировки не учитывался. На рис. 7 наглядно показан процесс окисления испытываемых образцов. После чего контрольные образцы были сфотографированы (Рис. 8). Образец 3 отсутствует, поскольку кроме армировки от него ничего не осталось.

Данный тест наглядно показывает надежность прокладок Novaphit SSTC при высоких температурах, даже если с кислородом взаимодействуют только края прокладки.

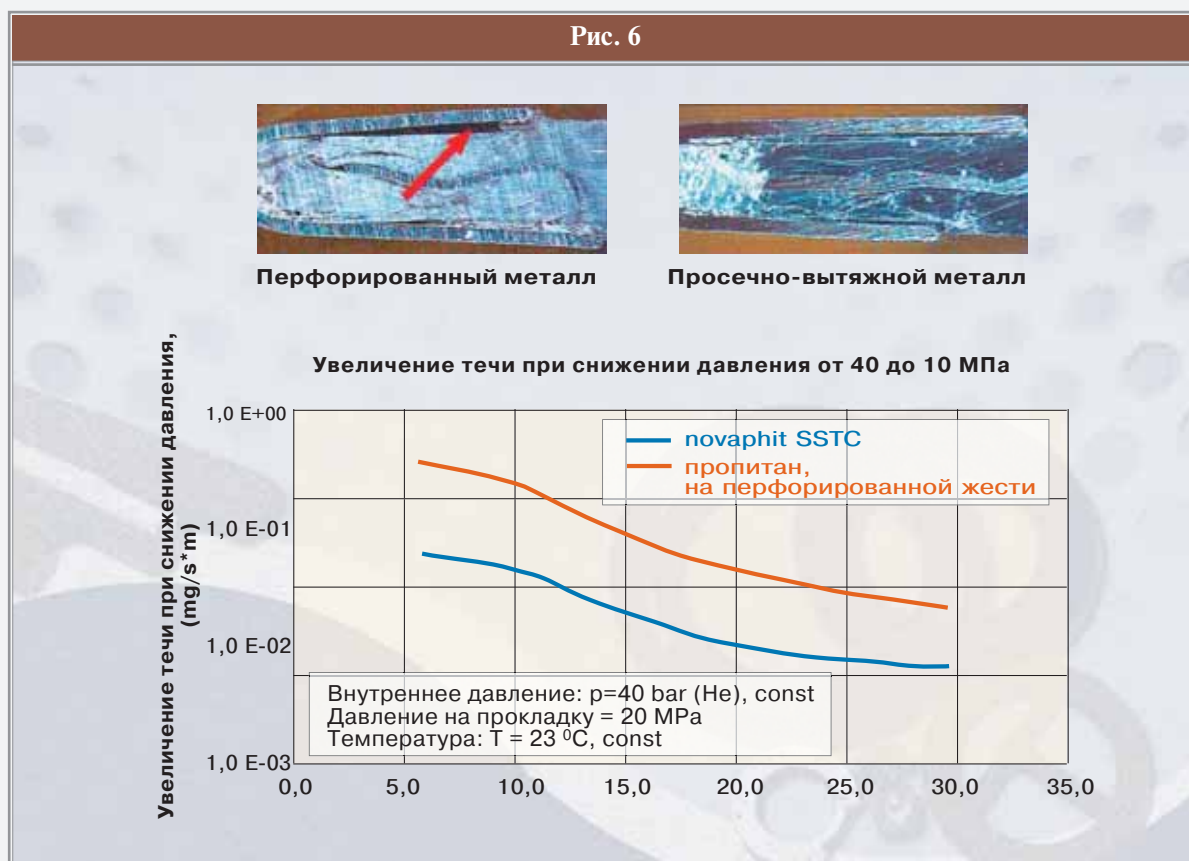
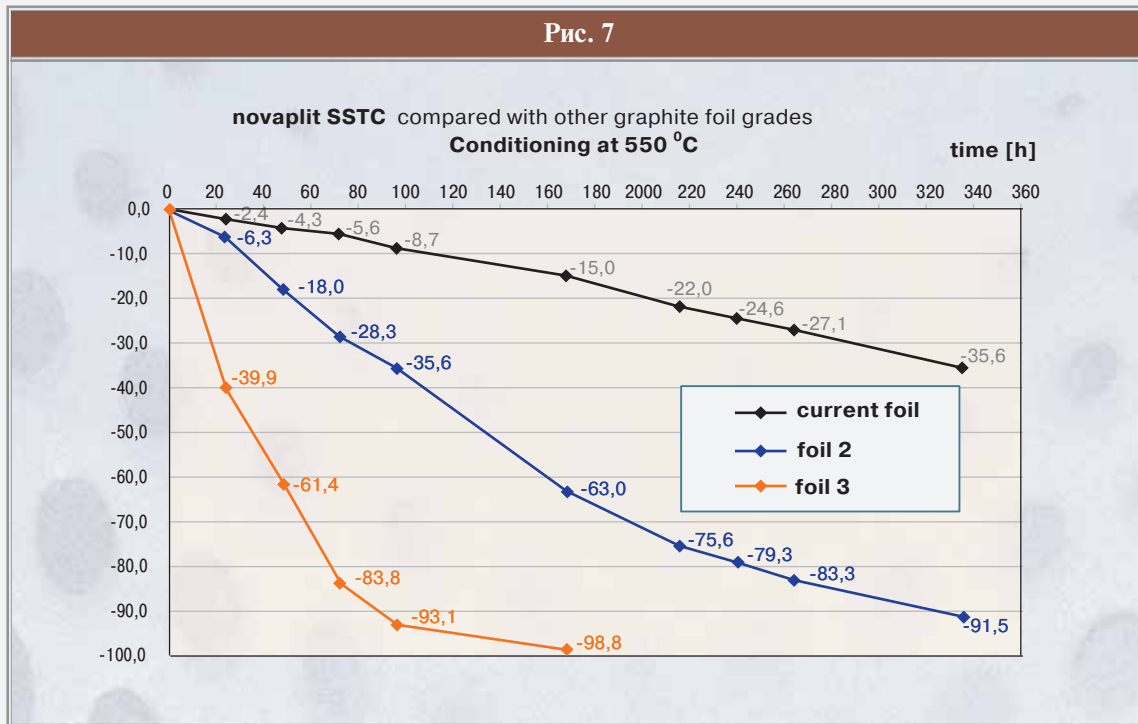


Рис. 6



Для уплотнения узлов, работающих при температурных режимах до 325 °С, существует более дешевый материал на основе графита. Это Novates Premium II, уникальный своей структурой: при минимальном количестве связующих графит армирован волокнами кевлара (kevlar©). В Европе материал получил широкое распространение, а заключение KTW позволяет использовать его с питьевой водой и продуктами питания. Кстати, Novates Premium II установлен на пивоварне Kulmbacher — одной из старейших пивоварен в Европе!

При всем вышесказанном следует заметить, что использование прокладок на основе графита в узлах и агрегатах, работающих при температурах до 200 °С, не совсем практично. Ведь прокладки из ТРГ достаточно дорогие по сравнению с асбестовыми аналогами. При низких рабочих температурах эффективнее применять более дешевые материалы, не содержащие графит, на основе различных каучуков и с различной структурой и наполнителями. Наиболее ярким и популярным представителем этих материалов является ВАТИ-22 (арамидное волокно, смешанное с нитрил-бута-диен-каучуком). Он имеет допуски

DVGW/HTB/KTW/VP-401 ГосСанЭпидемслужбы РФ, что позволяет ему с успехом заменять в промышленности популярные асбестосодержащие парониты, например ПОН (паронит общего назначения).

В заключение хотелось бы обратить внимание на основные принципы и правила работы с безасбестовыми уплотнениями.

Армировка прокладок просечно-вытяжной жостью (Novaphit SSTC) позволяет монтировать их без какого-то особенного оборудования. При этом не стоит применять вспомогательных антипригарных средств. Это может дать как раз обратный эффект, поскольку описанные выше материалы уже имеют антипригарное покрытие.

Никогда не подтягивайте прокладки из безасбестового, эластомеросодержащего материала, если они уже подвергались воздействию высокой температуры! Каждое подтягивание допустимо лишь при температуре и давлении окружающей среды.

И, главное, помните: правильный выбор и применение безасбестовых материалов в значительной степени определяют работоспособность и надежность эксплуатации вашего оборудования!

