

вращения: от электродвигателя 1, планетарного редуктора 2, через муфту предельного момента 5, 6, дифференциальный механизм 7, дифференциальные механизмы 13, 14, зубчатые пары 15, 17; 16,18; 19, 21; 20, 22 на промежуточные валы 23, 24, 25,26, через зубчатые пары 27, 28 и 29, 30 редукторов на шпиндели 31, 32, 33, 34, патроны 35, 36, 37, 38 к резьбовым деталям.

При одинаковых моментах сопротивления на выходных шестернях 15, 16 дифференциального механизма 13 и на шестернях 19, 20 дифференциального механизма 14 все шпиндели будут вращаться с одинаковыми скоростями.

Пусть на шестерне 19 дифференциального механизма 14 сопротивление возрастет, тогда вращение на колесо 21 передаваться не будет и оно остановится, следовательно, остановится промежуточный вал 25 и в конечном счете шпиндель 33. В это же время за счет свойства дифференциального механизма шестерня 20 начнет вращаться в два раза быстрее и в конечном счёте шпиндель 34 также начнет вращаться быстрее в два раза.

Когда скорость вращения храпового колеса больше, чем обоймы 43, собачка проскальзывает по зубьям храпового колеса, не входя в зацепление с храповым колесом ведомой обоймы 44. При остановке вращения обоймы 44 за счет вращения тихоходной ветви собачка ведущей обоймы 43 механизма прерывистого движения войдет в зацепление и начнет передавать вращение по тихоходной ветви промежуточному валу 25 и в конечном итоге шпинделю 33, который преодолеет сопротивление, вызванное случайными факторами, например некачественной резьбой. Сопротивление на выходных шестернях дифференциального механизма 14 станет одинаковым и шпиндели 33, 34 вновь будут вращаться с одинаковыми угловыми скоростями.

Аналогичные случаи могут происходить и на дифференциальном механизме 13 и т.д.

Как только суммарный момент сопротивления на быстроходной ветви вращения, связанной с осью муфты предельного момента 5, 6, достигнет момента ее срабатывания, ее полумуфты начнут проскальзывать, не передавая вращения. Собачки ведущих обойм 43 механизмов прерывистого движения войдут в зацепление с зубьями храповых колес, и вращение на шпиндели будет передаваться по тихоходным ветвям, т.е. резьбовые детали практически синхронно будут поворачиваться на одинаковые углы.

Экспериментальные исследования работы четырёхшпиндельного гайковёрта показали, что он обеспечивает качественную сборку групповых резьбовых соединений с погрешностью осевых сил затяжки не более 2...5%.

Следовательно, обоснована оригинальная кинематическая схема многошпиндельного гайковёрта, обеспечивающего качественную сборку резьбовых соединений.

Исследование свойств анаэробных материалов в жидкостных и агрессивных средах

к.т.н. Гончаров А.Б., д.т.н., проф. Тулинов А.Б.
ММК «Мосинтраст», РГУТИС

Для широкого использования анаэробных клеев и герметиков в сборочных процессах, а также при восстановлении и модернизации оборудования необходимо четко представлять их поведение при эксплуатации собранных соединений, особенно в жидкостях и агрессивных средах.

Для правильного выбора необходимой марки анаэробного продукта применительно к различным условиям эксплуатации изделий необходимо знать срок службы этих продуктов в различных агрессивных средах – морской воде, топливе, смазочных маслах, кислотах, щелочах и т.д. Благодаря своему специфическому строению анаэробные продукты в полимеризованном состоянии имеют высокую стойкость в различных химически активных средах. Для подтверждения этого суждения был проведен комплекс экспериментальных исследований.

Стойкость анаэробных продуктов к воздействию агрессивных сред определялась по

набуханию и по изменению предела прочности после выдержки образцов в течение 1, 3 и 6 месяцев в морской воде, топливе ТС-1, и масле АМ-10. Испытания проводились на образцах, собранных как с применением активатора, так и без него. В качестве образцов использовались латунные шпильки и гайки, которые после сборки и отверждения анаэробных продуктов при нормальной температуре в течение 24 часов помещали в агрессивные среды. Результаты испытаний образцов по стойкости анаэробных продуктов к воздействию агрессивных сред приведены в таблице 1

Таблица 1

Стойкость анаэробных продуктов к воздействию агрессивных сред

Условия испытаний		σ_p , МПа			Набухание, %		
Среда	Продолжительность (сут)	Марка анаэробного продукта					
		А-36	В-12	С-80 (с активатором)	А-36	В-12	С-80 (с активатором)
Контрольные образцы		7,0	17,5	28,5	-	-	-
Морская вода	10	-	-	-	-	-	7,2
	15	6,5	17,6	29,6	-	-	-
	30	6,1	17,1	27,1	-	-	9,7
	60	-	-	-	-	-	9,8
	90	6,3	15,8	27,9	-	-	-
	180	6,1	15,6	29,1	-	-	-
Топливо ТС-1	10	-	-	-	-	-	0,09
	30	-	-	-	-	-	0,26
	60	-	-	-	-	-	0,27
	90	9,6	-	30,6	-	-	-
Масло АМ-10	30	-	-	-	-	-	0,32
	60	-	-	-	-	-	0,44
	10	-	-	-	-	-	0,27
	90	10,8	-	30,1	-	-	-

Как видно из таблицы 1, топливо и масло не оказывают заметного влияния на анаэробные продукты – разрушающее напряжение после трех месяцев выдержки в этих средах не изменяется, а набухание за 60 суток не превышает 1%.

Кроме этого были проведены исследования отечественных анаэробных продуктов АН-125у и УГ-1к в минеральном масле МГЕ-10А и рабочих жидкостях ТСЗП-8 и ПМС. Испытания по критерию прочности проведены на образцах «вал-втулка», $d = 10$ мм, $l/d = 1$. Образцы были собраны по типовому технологическому процессу с применением активатора. Обезжиренные и взвешенные с точностью до 10^{-7} кг образцы помещали в стаканы с рабочей жидкостью, уровень которой был на 10-15 мм выше поверхности образцов. Образцы выдерживались в жидкости в течение 40 суток при комнатной температуре, затем проводилось 25 циклов, в каждом из которых образцы нагревались до 363°К, выдерживались 4 часа и охлаждались до комнатной температуры. После испытаний образцы обезжиривали бензином, сушили, взвешивали, определяли состав рабочей жидкости, образцы испытывали на прочность и проверяли наличие коррозии. По результатам испытаний можно сделать вывод, что анаэробные продукты АН-125У и УГ-1к и другие из их ряда не образуют коррозии на поверхности соединений, не изменяют предела прочности и параметров испытанных рабочих сред и могут быть использованы в системах, приборах и оборудовании, заполненных этими средами.

Влияние отвержденных анаэробных продуктов на смазочные материалы, масла и специальные жидкости определялось и на образцах в виде куба с размерами сторон 10 мм. Об-

разцы помещались в бьюксы с используемым материалом и выдерживались при температуре 333°K или 393°K соответственно 2000 и 1000 часов. Как показали испытания смазки ВНИИНП-260, ВНИИНП-274, МС-70, ЦИАТИМ-201, масла МС-14, МП-601, специальное жидкости Б-1-11, Д-5-50 и ряд других испытанных материалов не изменяют содержания свободных щелочей и кислотных чисел. При непосредственном контакте неотвержденных анаэробных продуктов с полистиролом, лакокрасочными покрытиями ЭП-51, ПФ-115, резинами ИРП-9106, ИРП-9102 и аналогичными неметаллическими материалами происходит набухание последних в пределах от 1,5 до 9% и в отдельных случаях не происходит отверждения анаэробных продуктов в контакте с этими материалами. Не изменяет своих свойств в контакте с жидкими анаэробными продуктами фторопласт, без изменений остаются и металлические покрытия – никель, цинк, кадмий и т.п. Полностью отсутствует коррозия для отвержденного и неотвержденного продукта у всех металлов; наличие следов коррозии для неотвержденного продукта наблюдается только у латуни, магниевых сплавов, бериллия и его сплавов. Многочисленные испытания и практическое применение анаэробных продуктов подтвердили, что применение всех марок отечественных и некоторых зарубежных (ф. «Честер Молекуляр») практически не вызывает коррозии металлов и металлических покрытий в процессе их применения. Это связано со временем полного отверждения анаэробных продуктов, которое составляет 12-24 часа без применения активатора и 0,5-4 часа с использованием активатора. Первые признаки появления коррозии (потемнение поверхности под каплями неотвержденного продукта) появляются через 3-4 суток, например на стали 35 при использовании анатерма АН-1 и унигерма УГ-1, на латуни ЛС 52 незначительное потемнение поверхности наступает через 15 минут. Для проверки химической стойкости отечественных анаэробных продуктов АН-1, АН-2, АН-4, АН-5 и УГ-1 по критерию герметичности образцов использовалась также морская вода с содержанием 0,2 г/л амила и 0,04 г/л гептила. Для испытания каждого продукта брали по 15 образцов – имитаторов:

- для продуктов АН-2, АН-5 и УГ-1 – образцы – имитаторы резьбовых соединений М27х1,5, материал сталь 12Х18Н10Т;
- для продукта АН-4 – соединения с гладкими цилиндрическими поверхностями диаметром 12,7 мм, с соотношением $l/d = 0,88$, диаметральный зазором 0,05 мм, шероховатостью поверхности $Ra = 3,2 - 0,8$ мкм, материал – сталь 12Х18Н10Т;
- для продукта АН-1 – образцы – имитаторы негерметичного сварного шва диаметром 60 мм, толщиной 3 мм, материал – алюминиевый сплав АМгб.

Определение герметичности производилось через 30, 90 и 180 суток испытаний на шести образцах каждый раз. Химическая стойкость анаэробных продуктов в течение испытаний оценивалась по сохранению герметичности образцов – имитаторов, которая определялась прибором ПТЧ-7 со скоростью натекания контрольного газа гелия не менее $1 \cdot 10^{-5}$ л·мкм/с.

Результаты испытаний показали, что продукты АН-4 и УГ-1 сохраняют герметичность образцов – имитаторов после выдержки в морской воде с добавлением амила и гептила в течение 180 суток. Снижение герметичности образцов – имитаторов у двух образцов через 90 суток и двух образцов через 180 суток испытаний для продукта АН-2 связано с некачественным нанесением продукта (отсутствие полноты заполнения резьбы образца анаэробным продуктом). Снижение герметичности у некоторых образцов, загерметизированных продуктом АН-1, произошло ввиду того, что первоначальная течь превышала $1 \cdot 10^{-1}$ л·мкм/с, т.е. имела место течь воздуха.

Исследования химической стойкости анаэробных продуктов АН-1 и УГ-1 к воздействию подогретого амила или его парами были проведены на образцах – имитаторах из стали Х18Н9Т и алюминиевого сплава АКб. Перед заполнением полости имитатора подогретым амином образцы имитатора были испытаны на прочность давлением воды до 65 МПа и проверены на герметичность воздушно-гелиевой смесью давлением 1 МПа. Испытания прово-

дились методом сравнения с контрольной течью, за эталон которой бралась течь, равная $1,8 \cdot 10^{-4}$ л·мкм/с. Проверкой образцов на герметичность подогретым от 278 до 353°K амилом при давлении от 5 до 60 МПа было установлено, что работоспособность сборочных единиц, пропитанных анаэробным продуктом, зависит от температуры агрессивной среды (амила), причем эта зависимость не имеет существенных изменений для различных марок анаэробных продуктов.

Срок службы узлов, загерметизированных анаэробными продуктами АН-1 и УГ-1, при температуре агрессивной среды 308°K составляет 10 лет, при 323°K – 15 мес., а при 353°K – 2 мес. Исследования химической стойкости анаэробных продуктов к воздействию гептила аналогичны исследованиям в амиле. Исследования показали, что анаэробные продукты АН-1 и АН-2 обеспечивают герметичность после длительного воздействия гептила и хорошо защищают собранные поверхности от коррозии.

Поведение зарубежных аналогов анаэробных материалов фирмы «Честер Молекуляр» в жидкостных и агрессивных средах сходно с поведением отечественных рассмотренных выше «Анатермов» и «Унигермов».

Химическая стойкость материалов фирмы «Честер Молекуляр» представлена в таблице 2

Таблица 2

Химическая стойкость материалов фирмы «Честер Молекуляр»

№№ п/п	Среда	Химическая стойкость
1	Бензин	+
2	Моторное масло	+
3	Тормозная жидкость	+
4	Гликоли	+
5	Парафин	+
6	Этанол	+
7	Азотная кислота 10%	+
8	Оксипропионова (молочная) кислота	+
9	Химический хлор	-
10	Фенол	+
11	Аммиак	-
12	Природный газ	+
13	Амины	+
14	Морская вода	+
15	Кислород	-
16	Уксусная кислота	+

«+» – химически стойки; «-» - не рекомендуется

На основании вышеизложенного следует отметить высокую стойкость исследуемых анаэробных продуктов к жидкостям и агрессивным средам, что обеспечивает их широкое применение в различных конструкциях, работающих в подобных средах.

Литература

1. Анаэробные уплотняющие составы. Герметики: Каталог/НИИ Полимеров им. В.А. Карчина – М.: НИИТЭХИМ, 1987.
2. Кардашов Д.А., Петрова А.П. Полимерные клеи. М. Химия, 1983