



## Анаэробные герметики в узлах заводской готовности: результаты испытаний и опыт внедрения

Статья посвящена исследованию влияния материалов резьбовых соединений, термоциклирования и повышенного давления на надежность герметизации в узлах заводской готовности TES.

Компания TES специализируется на производстве узлов заводской готовности для систем отопления и водоснабжения: этажных коллекторных узлов, квартирных станций и узлов обвязки теплоснабжения. Накопленный опыт реализации проектов для коммерческих, промышленных объектов и объектов Фонда реновации Москвы позволяет нам не только учитывать специфику современных инженерных систем, но и постоянно совершенствовать применяемые технологии.

В современных жилых и общественных зданиях широкое распространение получили горизонтальные системы отопления и водоснабжения, ключевыми элементами которых являются этажные коллекторные узлы и квартирные станции. Для сокращения сроков монтажа, повышения качества сборки и минимизации влияния человеческого

фактора такие узлы все чаще поставляются на объект в виде готовых заводских изделий.

Надежность узлов заводской готовности определяется не только качеством комплектующих и точностью сборки, но и применяемыми технологиями герметизации резьбовых соединений. В процессе эксплуатации соединения подвергаются воздействию температурных перепадов, гидравлических ударов и монтажных нагрузок, поэтому выбор уплотнительного материала напрямую влияет на ресурс и безаварийность работы системы.

Наиболее распространенными способами герметизации резьбовых соединений сегодня остаются лен с уплотнительной пастой и ФУМ-лента.

Лен обеспечивает возможность демонтажа соединения без нагрева, однако качество уплотнения во

многое зависит от квалификации монтажника и количества намотанного материала. При серийной сборке это приводит к значительному разбросу момента затяжки и снижает повторяемость результатов.

ФУМ-лента более удобна в применении, однако также имеет ряд ограничений. Недостаточное количество материала приводит к потере герметичности, а избыточное – к выдавливанию или срезу ленты при сборке. Кроме того, ФУМ-лента практически не допускает корректировки положения соединения после затяжки.

Альтернативным решением являются анаэробные клеи-герметики, принцип работы которых основан на химической полимеризации состава в зазоре между металлическими поверхностями. Данная технология обладает рядом преимуществ:

- отсутствие распирающих напряжений;
- заполнение зазоров до 0,25 мм;
- устойчивость к вибрациям и гидроударам;
- высокая скорость сборки;
- стабильная повторяемость результата.

### Испытания анаэробных герметиков в узлах заводской готовности

Благодаря ряду существенных преимуществ по сравнению с традиционными уплотнительными материалами – льном и ФУМ-лентой – анаэробные герметики вызвали у нас значительный профессиональный интерес. Отсутствие распирающих напряжений, устойчивость к вибрациям и гидроударам, способность заполнять зазоры до 0,25 мм и высокая скорость сборки делают данную технологию особенно привлекательной для производства узлов заводской готовности.

Однако применение анаэробных герметиков в серийном производстве требует понимания особенностей их взаимодействия с различными материалами, используемыми в составе инженерных систем.

В связи с этим было принято решение провести испытания анаэробных герметиков, целью которых будет разработка технологического процесса их применения в производстве узлов заводской готовности TES. Для достижения данной цели было необходимо:

- определить влияние материала резьбовых соединений на характеристики герметика;
- подобрать оптимальный тип герметика для серийного производства;
- установить необходимость применения активаторов и дополнительных операций подготовки поверхности;
- подтвердить надежность выбранного решения в условиях, превышающих реальные эксплуатационные нагрузки.

Производство узла заводской готовности начинается с подбора комплектующих согласно техническому заданию заказчика. В зависимости от требований проекта в состав узла могут входить изделия из различных материалов:

- латунь ЛС59;
- латунь CW617N с никелевым покрытием;
- нержавеющая сталь AISI 304;
- углеродистая сталь 20.

Известно, что скорость полимеризации анаэробных составов и прочность получаемого соединения зависят от химической активности металла. Поэтому первым этапом испытаний стало исследование влияния материала резьбовой

Таблица 1

| Образец | Испытуемая пара                   |                                   | Момент срыва    |                  |                  |
|---------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------|------------------|------------------|
|         |                                   |                                   | Легкая фиксация | Средняя фиксация | Высокая фиксация |
| 1       | Латунь ЛС59                       | Латунь ЛС59                       | 15              | 55               | 80               |
| 2       | Латунь ЛС59                       | Латунь CW617N с покрытием никелем | 12              | 30               | 50               |
| 3       | Латунь ЛС59                       | Углеродистая сталь                | 15              | 50               | 75               |
| 4       | Латунь ЛС59                       | Нержавеющая сталь AISI 304        | 10              | 32               | 50               |
| 5       | Латунь CW617N с покрытием никелем | Латунь CW617N с покрытием никелем | 12              | 35               | 45               |
| 6       | Латунь CW617N с покрытием никелем | Нержавеющая сталь AISI 304        | 10              | 30               | 50               |
| 7       | Латунь CW617N с покрытием никелем | Углеродистая сталь                | 12              | 35               | 55               |

пары на характеристики различных анаэробных герметиков.

Для испытаний были подготовлены образцы резьбовых соединений различных комбинаций материалов, собранные с использованием анаэробных герметиков трех типов:

- легкоразборный герметик;
- герметик средней фиксации;
- герметик высокой фиксации.

Перед началом испытаний все образцы были собраны по единой методике. Герметик наносился на 2–3 витка резьбы, после чего соединения выдерживались при температуре 20 °С в течение трех часов для завершения процесса полимеризации.

После выдержки была проведена гидравлическая опрессовка первой партии образцов давлением 20 бар в течение 20 минут для подтверждения отсутствия протечек и корректности сборки. Затем при помощи динамометрического ключа был измерен момент страгивания каждого соединения (табл. 1).

Результаты испытаний показали, что характеристики соединений зависят не только от типа используемого герметика, но и от материала резьбовой пары.

При соединении деталей из латуни ЛС59 и углеродистой стали наблюдалась быстрая фиксация герметика – в среднем 1–2 минуты. Одновременно были получены высокие значения момента страгивания, соответствующие заявленным характеристикам используемых составов.

Совершенно иная картина наблюдалась на соединениях с никелированной латунью и нержавеющей сталью. Время первоначальной фиксации увеличивалось до 5–10 минут, а момент страгивания оказывался существенно ниже.

Полученные результаты позволили сделать вывод о существенном влиянии химической активности материала на процесс полимеризации анаэробного герметика.

Латунь без покрытия и углеродистая сталь относятся к активным металлам и содержат достаточное количество ионов металла на поверхности, необходимых для протекания реакции полимеризации. Именно этим объясняется высокая скорость набора прочности и высокий момент страгивания соединений.

Никелированная латунь и нержавеющая сталь относятся к пассивным материалам. Никелевое покрытие представляет собой химически инертный слой, а нержавеющая сталь имеет устойчивую оксидную пленку, препятствующую взаимодействию

герметика с поверхностью металла. В результате реакция полимеризации протекает значительно медленнее, а прочность соединения снижается.

Для проверки данной гипотезы была проведена дополнительная серия испытаний с применением обезжиривателя и активатора анаэробного герметика.

Результаты испытаний при использовании активатора приведены в табл. 2.

Результаты испытаний показали, что для активных металлов применение активатора не оказывает существенного влияния на конечные характеристики соединения. В то же время для никелированной латуни и нержавеющей стали использование активатора позволяет значительно ускорить процесс полимеризации и обеспечить стабильно высокий момент страгивания.

Таким образом, были сформированы основные требования к технологии применения анаэробных герметиков в производстве узлов заводской готовности TES:

- обязательное обезжиривание поверхностей;
- применение активатора при работе с пассивными металлами;
- соблюдение времени выдержки перед проведением гидравлических испытаний.

На основании проведенных испытаний был выбран анаэробный герметик средней фиксации. Данный состав обеспечил оптимальное сочетание прочности соединения и ремонтпригодности.

В отличие от легкоразборных составов герметик средней фиксации формирует достаточный момент страгивания для надежной эксплуатации инженерных систем. При этом в отличие от герметиков высокой фиксации демонтаж соединения возможен без применения нагрева, что существенно упрощает последующее обслуживание оборудования.

После выбора герметика и формирования технологии сборки следующим этапом стало подтверждение надежности разработанного решения в условиях, моделирующих наиболее тяжелые режимы эксплуатации систем отопления и водоснабжения.

### **Испытания в экстремальных режимах эксплуатации**

После выбора анаэробного герметика средней фиксации и определения требований к технологии сборки возник следующий закономерный вопрос: сохранятся ли свойства соединения после длительного воздействия эксплуатационных нагрузок, характерных для современных систем отопления и водоснабжения?

Таблица 2

| Образец | Испытуемая пара                   |                                   | Момент срыва    |                  |                  |
|---------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------|------------------|------------------|
|         |                                   |                                   | Легкая фиксация | Средняя фиксация | Высокая фиксация |
| 1       | Латунь ЛС59                       | Латунь ЛС59                       | 35              | 75               | 105              |
| 2       | Латунь ЛС59                       | Латунь CW617N с покрытием никелем | 25              | 60               | 80               |
| 3       | Латунь ЛС59                       | Углеродистая сталь                | 35              | 80               | 100              |
| 4       | Латунь ЛС59                       | Нержавеющая сталь AISI 304        | 30              | 65               | 85               |
| 5       | Латунь CW617N с покрытием никелем | Латунь CW617N с покрытием никелем | 30              | 60               | 75               |
| 6       | Латунь CW617N с покрытием никелем | Нержавеющая сталь AISI 304        | 25              | 55               | 75               |
| 7       | Латунь CW617N с покрытием никелем | Углеродистая сталь                | 30              | 70               | 85               |

Несмотря на то что большинство производителей герметиков декларируют высокую устойчивость своих продуктов к температурным и гидравлическим воздействиям, для внедрения технологии в серийное производство нам было важно получить собственное экспериментальное подтверждение данных характеристик.

Кроме того, монтаж и дальнейшая эксплуатация узлов заводской готовности происходят непосредственно на строительных объектах, где условия могут существенно отличаться от лабораторных. Во время ввода систем в эксплуатацию оборудование подвергается многократным циклам нагрева и охлаждения, воздействию повышенного испытательного давления, а также возможным гидравлическим ударам.

Поэтому следующим этапом исследования стало проведение серии испытаний, моделирующих наиболее неблагоприятные режимы эксплуатации резьбовых соединений.

Для испытаний была подготовлена вторая партия образцов, собранных по разработанной технологии с использованием герметика средней фиксации.

Программа испытаний включала следующие этапы.

1. Гидравлическая опрессовка при давлении 20 бар и температуре теплоносителя 90 °C в течение 60 минут.
2. Охлаждение образцов в холодильной камере при температуре –24 °C в течение 12 ч.
3. Повторная гидравлическая опрессовка при давлении 20 бар и температуре теплоносителя от 8 до 15 °C в течение 60 минут.

Описанный цикл испытаний повторялся пять раз подряд, что позволило смоделировать многократные сезонные и эксплуатационные изменения температурного режима системы.

После завершения термоциклирования образцы подвергались дополнительному испытанию повышенным давлением. Для этого выполнялась гидравлическая опрессовка при давлении 40 бар в течение 30 мин, что существенно превышает рабочие параметры большинства систем отопления и водоснабжения.

Завершающим этапом испытаний стало измерение момента страгивания резьбовых соединений при помощи динамометрического ключа и сравнение полученных результатов с показателями контрольных образцов, не подвергавшихся воздействию испытательных факторов.

### Результаты испытаний

В ходе проведения всех циклов испытаний ни на одном из образцов не было зафиксировано признаков разгерметизации. Резьбовые соединения сохранили полную герметичность как во время нагрева, так и после охлаждения до отрицательных температур.

Не было выявлено протечек и после воздействия повышенного давления 40 бар, что подтверждает высокую механическую устойчивость сформированного герметизирующего слоя.

Особый интерес представлял анализ момента страгивания после завершения испытаний. Сравнение результатов показало отсутствие значимого снижения прочности соединений по сравнению с исходными значениями.

Полученные данные позволяют сделать вывод, что термоциклирование, воздействие повышенного давления и чередование температурных режимов не приводят к разрушению полимерной структуры анаэробного герметика и не оказывают существенного влияния на его эксплуатационные характеристики.





Фактически испытания подтвердили, что правильно подобранный и нанесенный анаэробный герметик сохраняет свои свойства даже в режимах, значительно превышающих реальные условия эксплуатации распределительных узлов систем отопления и водоснабжения.

### Внедрение результатов в производство TES

Проведенные испытания позволили не только подтвердить эффективность анаэробных герметиков, но и сформировать полноценную производственную технологию их применения.

На основании полученных результатов специалистами TES была разработана технологическая карта, регламентирующая все этапы сборки резьбовых соединений:

- подготовку поверхности;
- обезжиривание;
- применение активатора для пассивных металлов;
- нанесение герметика;
- время полимеризации;
- проведение контрольных испытаний.

Разработка технологической карты позволила стандартизировать процесс сборки и исключить зависимость качества соединения от индивидуальных навыков конкретного сборщика.

Одновременно была внедрена многоуровневая система контроля качества, охватывающая все стадии производства узлов заводской готовности.

Каждому изделию присваивается внутренний идентификатор, позволяющий отследить всю историю его изготовления:

- получение комплектующих;
- сборку узла;
- гидравлические испытания;
- прохождение ОТК;
- контроль момента страгивания резьбовых соединений;

- упаковку и передачу на склад готовой продукции.

Все выпускаемые изделия проходят обязательные гидравлические испытания давлением, превышающим рабочее в 1,5 раза, а также контроль качества резьбовых соединений.

Такой подход позволяет обеспечить высокий уровень повторяемости результатов и гарантировать соответствие каждого изделия установленным требованиям.

### Заключение

Проведенные испытания показали, что анаэробные герметики являются эффективным решением для герметизации резьбовых соединений в узлах заводской готовности систем отопления и водоснабжения.

Исследование подтвердило, что характеристики соединения существенно зависят от материала резьбовой пары. Для достижения стабильных результатов при работе с пассивными металлами, такими как никелированная латунь и нержавеющая сталь, необходимо применение активатора и соблюдение требований к подготовке поверхности.

По результатам испытаний оптимальным решением для серийного производства был признан анаэробный герметик средней фиксации, обеспечивающий высокий момент страгивания, надежную герметизацию и возможность последующего демонтажа без нагрева.

Дополнительные испытания показали, что воздействие повышенных температур, циклического нагрева и охлаждения, а также давление до 40 бар не оказывают существенного влияния на прочность и герметичность соединений.

На основании полученных данных компания TES внедрила технологию применения анаэробных герметиков в собственное производство и разработала систему контроля качества, обеспечивающую стабильность характеристик выпускаемой продукции.

Глубокая проработка технологии герметизации, подтвержденная практическими испытаниями, позволяет гарантировать надежность узлов заводской готовности TES на протяжении всего срока эксплуатации и обеспечивает дополнительную уверенность проектировщикам, монтажным организациям и конечным заказчикам. ●



**TECHNICAL  
ENGINEERING  
SOLUTIONS**

[www.tesrussia.ru](http://www.tesrussia.ru)  
[info@tesrussia.ru](mailto:info@tesrussia.ru)  
 +7 (499) 322-18-67



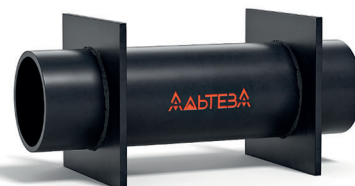
# СИЛЬФОННЫЕ КОМПЕНСАТОРЫ И ОПОРЫ

для инженерных систем

Произведено в России 



Реклама



Продукция соответствует:

ГОСТ 51571-2000, ГОСТ  
32935-2014, ГОСТ 9.005-72 и  
рекомендациям АВОК 6.4.2-2021



+ 7 (495) 142-48-23

info@altezza-com.ru

altezza-com.ru

