

## Перекись водорода

Перекись водорода  $H_2O_2$  — прозрачная бесцветная жидкость, заметно более вязкая, чем вода, с характерным, хотя и слабым запахом. Безводную перекись водорода трудно получить и хранить, и она является слишком дорогой для использования в качестве ракетного топлива. Вообще, дороговизна — один из главных недостатков перекиси водорода. Зато, по сравнению с другими окислителями, она более удобна и менее опасна в обращении.

Склонность перекиси к самопроизвольному разложению традиционно преувеличивается. Хотя мы и наблюдали снижение концентрации с 90% до 65% за два года хранения в литровых полиэтиленовых бутылках при комнатной температуре, но в больших объёмах и в более подходящей таре (например, в 200-литровой бочке из достаточно чистого алюминия) скорость разложения 90%-й перекиси составила бы менее 0,1% в год.

Плотность безводной перекиси водорода превышает  $1450 \text{ кг/м}^3$ , что значительно больше, чем у жидкого кислорода, и немногим меньше, чем у азотнокислых окислителей. К сожалению, примеси воды быстро уменьшают её, так что 90%-й раствор имеет плотность  $1380 \text{ кг/м}^3$  при комнатной температуре, но это всё ещё очень неплохой показатель.

Перекись в ЖРД может применяться и как унитарное топливо, и как окислитель — например, в паре с керосином или спиртом. Ни керосин, ни спирт не самовоспламеняются с перекисью, и для обеспечения зажигания в горючее приходится добавлять катализатор разложения перекиси — тогда выделяющегося тепла достаточно для воспламенения. Для спирта подходящим катализатором является ацетат марганца (II). Для керосина тоже существуют соответствующие добавки, но их состав держится в секрете.

Применение перекиси как унитарного топлива ограничено её сравнительно низкими энергетическими характеристиками. Так, достигаемый удельный импульс в вакууме для 85%-й перекиси составляет лишь порядка 1300...1500 м/с (для разных степеней расширения), а для 98%-й — примерно 1600...1800 м/с. Тем не менее, перекись была применена сначала американцами для ориентации спускаемого аппарата космического корабля «Меркурий», затем, с той же целью, советскими конструкторами на СА КК «Союз». Кроме того перекись водорода используется как вспомогательное топливо для привода ТНА — впервые на ракете V-2, а затем на её «потомках», вплоть до Р-7. Все модификации «семёрок», включая самые современные, по-прежнему используют перекись для привода ТНА.

В качестве окислителя перекись водорода эффективна с различными горючими. Хотя она и даёт меньший удельный импульс, нежели чем жидкий кислород, но при применении перекиси высокой концентрации значения УИ превышают таковые для азотнокислотных окислителей с теми же горючими. Из всех ракет-носителей космического назначения лишь одна использовала перекись (в паре с керосином) — английская «Black Arrow». Параметры её двигателей были скромны — УИ двигателей I ступени немногим превышал 2200 м/с у земли и 2500 м/с в вакууме, — так как в этой ракете использовалась перекись всего лишь 85% концентрации. Сделано это было из-за того, что для обеспечения самовоспламенения перекись разлагалась на серебряном катализаторе. Более концентрированная перекись расплавила бы серебро.

Несмотря на то, что интерес к перекиси время от времени активизируется, перспективы её остаются туманными. Так, хотя советский ЖРД РД-502 (топливная пара — перекись плюс пентаборан) и продемонстрировал удельный импульс 3680 м/с, он так и остался экспериментальным.

В наших проектах мы ориентируемся на перекись ещё и потому, что двигатели на ней оказываются более «холодными», чем аналогичные двигатели с таким же УИ, но на других топливах. Например, продукты сгорания «карамельного» топлива имеют почти на 800° большую температуру при том же достигаемом УИ. Это связано с большим количеством воды в продуктах реакции перекиси и, как следствие, с низкой средней молекулярной массой продуктов реакции.

обновлено 11.10.2007