

# Регуляторы расхода газа в исследованиях катализаторов

[статья на сайте >>>](#)



В ранний период развития химической науки были открыты и изучены интересные явления — изменение скорости химических превращений в присутствии некоторых веществ, не участвующих в химической реакции. Для подобных веществ и явлений было предложено название катализа. Катализ можно обозначить как ускорение химической реакции с помощью веществ — катализаторов, которые неоднократно взаимодействуют с веществами реакции и регенерируют свой химический состав после каждого промежуточного взаимодействия.

Этой особенностью подчеркивается химическая основа катализа и проводится четкая грань между явлениями катализа и явлениями ускорения химических реакций из-за различных физических факторов, например, инертных насадок, с использованием которых удастся достичь увеличения поверхностного контакта между газовой и жидкой фазой компонентов и, как следствие, скорости реакции. Главной особенностью явления катализа является то, что вещества-катализаторы не расходуются в процессе реакции.

Самые распространенные и продвинутые каталитические технологии используются в нефтепереработке, где они позволяют значительно повысить выход и качество моторных топлив из сырой нефти: крекинг, риформинг, гидроочистка, гидрокрекинг, изомеризация и другие.

Современные системы с микрореакторами позволяют совмещать весь вышеперечисленный спектр химических реакций в одном едином комплексе. Подобные устройства являются одними из самых передовых в мире модульных лабораторных систем для измерения каталитической активности и изучения продуктообразования, а также кинетики во время химических реакций.

Подобными системами оснащаются современные лаборатории, занимающиеся самыми передовыми задачами в области катализа. Данный комплекс представляет собой оборудование, которое обладает большой универсальностью. Он работает с потоками, расход которых варьируется от десятков мл/мин до нескольких л/мин, при давлениях от вакуума до 100 бар (с единственным регулятором давления). Температура реакции

варьируется от комнатной до 1000°C (с использованием реакторов из специального материала).



Установка состоит из жидкостного насоса, который закачивает жидкость в нагреватель. Там она превращается в нагретый пар. Одной из основных частей является блок смешения газов, состоящего из цифровых регуляторов расхода газа серии [EL-FLOW Select](#) и [LOW- \$\Delta\$ P-FLOW](#) компании Bronkhorst. Использование цифровых приборов с несколькими калибровками, между которыми можно переключаться в режиме реального времени, не внося конструктивных изменений во всю систему, позволяет проводить более широкий спектр экспериментов и реакций с различными типами газов. Из этого блока необходимые потоки водорода, азота, кислорода или других видов газов подаются в зону нагревателя. Там они нагреваются и сравниваются по температуре с паром в специальной камере-смесителе. Далее через шестиходовой кран эта смесь поступает непосредственно в предварительно нагретый до 400-500°C каталитический реактор, в который уже помещен исследуемый катализатор.

Следом происходит реакция, результатом которой является смесь газа и паров. Эта смесь проходит через кран дальше к охладителю, где она разделяется на жидкую и газообразную фазу. Когда газ отделяется от жидкости, он направляется к кориолисовому массовому измерителю расхода серии [miniCORI-FLOW](#), который позволяет измерять расход газовой смеси неизвестного состава. Специальное измерительное устройство определяет уровень образовавшейся жидкости для последующего анализа и распознавания, а также записывает данные на компьютере. Все полученные образцы жидкости и газа затем исследуются на хроматографе и масс-спектрометре. Данный комплекс позволяет отслеживать результаты экспериментов активности катализаторов в режиме реального времени с очень высокой точностью.