



Освоение новых источников энергии

Стремительное сокращение запасов дешевых углеводородов требует широкого освоения новых химических энергоносителей и альтернативных или нетрадиционных источников энергии уже в XXI веке.



Prompt reduction of stocks of cheap hydrocarbons demands wide development of new chemical energy carriers and alternative or non-conventional energy sources already in the XXI century.

Особое внимание уделяется водороду, входящему в состав всех органических веществ и воды, содержащейся в неограниченном количестве в Мировом океане.

Уникальные свойства водорода позволяют считать его универсальным и экологически чистым химическим энергоносителем, пригодным для использования в любых видах тепловых двигателей и устройств получения электроэнергии. Особое значение при этом имеют «топливные процессоры» — каталитические газогенераторы водорода, использующие в качестве его исходного носителя органические соединения типа углеводородов, спиртов и эфиров. Компактности газогенераторов можно достичь за счет применения микроканальных каталитических систем.

Подобную систему представляет собой компактный микрореактор (МР), собранный из микропластин (МКП) с каналами субмиллиметровых размеров (рис. 1). МКП — носители каталитически активного компонента, которые обычно изготавливаются из материалов с высокой теплопроводностью. Конструкция МР позволяет решить ряд важных проблем, возникающих при использовании традиционных химических реакторов. Среди них низкая радиальная теплопроводность неподвижного слоя катализатора, не позволяющая отвести или подвести в зону реакции необходимое количество теплоты, а также недостаточно эффективное его использование.

Реактор состоит из трех независимых разборных секций, которые нагреваются встроенными электронагревательными элементами. Конструкция МР позволяет варьировать количество секций МКП в зависимости от требуемой производительности реактора. Для удобства перезагрузки МР, МКП по 20–30 шт. собирают в блок размером $40 \times 30 \times 18$ мм³, который затем вставляют в секцию МР. Это позволяет достаточно просто осуществлять смену МКП. Испытание одной секции описанного микрореактора проводили с использованием МКП, изготовленных из пеноникеля с катализатором Cu-Se-Al-O. При входном потоке жидкой смеси метанола и воды 80 мл/час и температуре реактора 260 °С конверсия метанола составила 80%. При этом производительность

по водороду одной секции микрореактора составила 106 л/час, а удельная производительность микрореактора в пересчете на суммарный объем МКП равнялась 4,9 л/(см³час).

Экспериментальные исследования подтверждают, что работа микроканальных систем в процессе получения водорода существенно повышает эффективность теплообмена и использование катализатора по сравнению с традиционными химическими реакторами. Перечисленные достоинства МР приводят к существенному увеличению их удельной производительности, а в ряде случаев и к повышению селективности происходящих в них реакций. Наиболее ярко эти достоинства проявляются при осуществлении быстрых реакций с малым временем контакта и высокими тепловыми эффектами, например, в ходе полного и частичного окисления углеводородов.

Первые публикации об использовании технологий микроэлектроники в изготовлении химических систем появились в 1989 г. Исследовательский центр Карлсруэ и Институт микротехнологий Майнца (Германия) первыми начали изготавливать микроканальные реакторы, микросмесители и микротеплообменники, используя литографию, гальванотехнику, электроискровую и механическую обработку.

Начиная с 2001 г., во многих промышленно развитых странах стали анонсироваться крупные государственные программы НИОКР в области водородной энергетики. Сегодня практически все крупные автомобильные и энергетические компании мира и сотни средних и малых инновационных предприятий активно проводят работы в этих направлениях. Крупные исследовательские программы рассчитаны на период до 2020 г. и нацелены на уменьшение зависимости развитых стран от импорта энергоресурсов.

В России работы по изготовлению микроканальных каталитических систем были начаты около десяти лет тому назад и оказались сконцентрированными в Институте катализа им. Г. К. Борескова Сибирского отделения РАН (ИК СО РАН). Для исследования кинетики газовых гетерогенных катали-

тических процессов и определения активности катализаторов был разработан и успешно реализован целый ряд исследовательских установок проточно-циркуляционного типа с микрореакторами. Впервые были разработаны микроканальные реакторы для получения водорода в каталитической реакции паровой конверсии метанола (ПОМ). В результате успешно выполненной работы был создан микрореактор ПОМ с производительностью синтез-газа 0,8 м³/ч.

В настоящее время перед учеными стоит задача создания портативного «топливного процессора» генератора водорода на базе высокоэффективного микроканального реактора. При этом необходимо решить вопросы, связан-



Рис. 1. Блочный микрореактор паровой конверсии метанола размером 65×90×85 мм, изготовленный из латуни

ные с разработкой и изготовлением компактных систем подачи газа или жидкого топлива, устройств очистки синтез-газа от монооксида углерода. В дальнейшем планируется рассмотреть возможность объединения «топливного процессора» с «топливным элементом» преобразователя водорода или синтез-газа в электричество.

Разработки сибирских ученых имеют большие перспективы для развития энергетики. Они позволяют создать новые энергоустановки, использующие углеводородное топливо и возобновляемые источники энергии, в частности для применения на автомобильном транспорте. Уже сегодня за рубежом пытаются создать каталитические системы на микроканальных реакторах, которые смогут обеспечить питанием мобильные телефоны и ноутбуки. Время работы таких источников при непрерывном использовании достигает одного месяца.

Л. Л. Макарушин