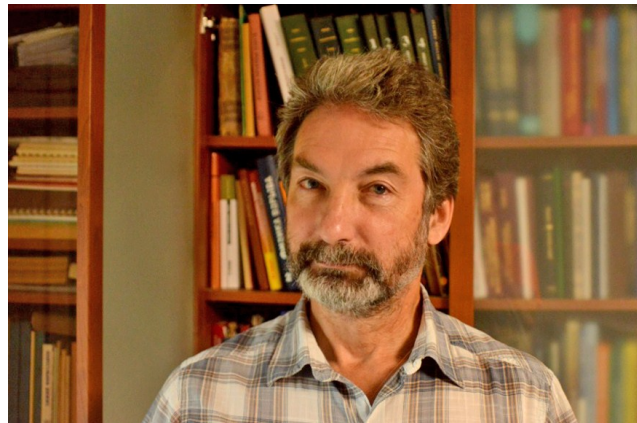


## Энергоемкие материалы на основе гетероциклов

Обладая высокой концентрацией энергии в единице объема, энергоемкие материалы широко применяются в военной промышленности, при добыче полезных ископаемых, в строительстве, при обработке металлов, в пиротехнике, а также для реализации космических программ. Большинство энергоемких материалов обычно включают несколько компонентов, которые условно можно обозначить как окислитель, горючее, связующее, катализатор, технологические добавки. Энергоемкие соединения в зависимости от соотношения атомов углерода, водорода, азота и кислорода в молекуле могут играть роль окислителя или горючего, или являются монотопливами при сбалансированном содержании кислорода (внутримолекулярном окислении всех атомов водорода до  $H_2O$ , а атомов углерода – до  $CO_2$ ). В типичной стехиометрической смеси окислитель составляет от 70 до 95 вес. %, а его свойства, в первую очередь энтальпия образования, оказывают больше влияния на энергетические возможности системы, чем свойства других компонентов. Тем не менее каждый из входящих в энергоемкий состав компонент важен и должен обеспечивать выполнение требуемых от него функций. Меняя компоненты в составе, их количество и соотношения, специалисты добиваются нужного эффекта, делая взрывчатые композиции, ракетные топлива, фейерверки и пр.

Традиционно для решения очередной технической задачи, реализуемой с помощью энергоемкого материала, необходим подбор энергоемких и вспомогательных компонентов, которые обладают требуемым набором свойств. Естественно, чем больше таких веществ синтезировано и исследовано, чем разнообразнее и шире диапазон измеренных свойств, тем вероятнее и быстрее ее решение. Более того, возможность решения некоторых технических задач появляется лишь в результате синтеза соединений с необычной, не встречавшейся ранее, совокупностью свойств. При накоплении информации о новых энергоемких соединениях нельзя переоценить важность прецизионного определения их экспериментальных характеристик (в первую очередь, энтальпии образования), поскольку характеристики, оцененные расчетными методами, зачастую далеки от действительности.

Энергоемкие материалы существенно отличаются от природных топлив. Во-первых, они не нуждаются в кислороде воздуха для продуцирования энергии, а используют входящий в их состав кислород (фтор, хлор и др.) для протекания внутри- и межмолекулярных окислительно-восстановительных процессов. Во-вторых, для них характерен необычно широкий интервал возможных скоростей превращения. Так, время взрыва заряда взрывчатого вещества может достигать  $10^{-5}$  с. Многотонные блоки твердого топлива в ракетном двигателе сгорают за несколько десятков секунд. А в химическом источнике тока реакция между энергоемкими компонентами продолжается часами. В-третьих, развиваемая энергетической системой мощность может составлять от миллионов киловатт до долей ватта. В-четвертых, имеется



возможность регулировать состав и объем газообразных и конденсированных продуктов горения (или взрыва) энергоемких материалов. Эти неоценимые преимущества привлекают исследователей к развитию данной области знаний.

Несмотря на то, что работы по поиску новых энергоемких соединений ведутся более ста лет, их ассортимент не велик. К энергоемким соединениям предъявляется множество жестких требований, которые порой противоречат друг другу. В последнее время к энергоемким составам предъявляются еще и требования экологического характера. Удовлетворить все требования крайне сложно, а может и невозможно. Все ныне используемые энергоемкие соединения также имеют недостатки. Это и заставляет ведущие мировые державы вкладывать деньги в поиск новых более совершенных компонентов для энергоемких материалов. Остается актуальным и совершенствование методик синтеза известных энергоемких соединений, снижающих риски их изготовления, упрощающие и удешевляющие процессы.

Следует отметить, что в силу специфики этой области исследований, далеко не все получаемые результаты публикуются в общедоступной литературе. Тем не менее даже по имеющимся открытым публикациям можно видеть возрастающую роль гетероциклов, как строительных блоков, используемых для дизайна новых энергоемких соединений. В настоящем тематическом номере журнала "Химия гетероциклических соединений" представлены статьи и обзоры, касающиеся различных типов энергоемких гетероциклических соединений, методологии их синтеза, а также теоретической и экспериментальной оценке их свойств.

Надеюсь, что коллективные усилия авторов, рецензентов и членов редколлегии способствовали подготовке добротного материала, и этот тематический номер будет интересен и полезен как специалистами в области энергоемких соединений, так и тем, кто занят исследованием других аспектов химии и использования гетероциклов.

**Редактор тематического номера**  
д. х. н. А. Б. Шереметев,  
Институт органической химии  
им. Н. Д. Зелинского РАН,  
Россия