

Разработка квадрупольного масс-спектрометра для аналитических измерений в медицине

Т. Д. Ершов

Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, Санкт-Петербург, Россия

тел: (904) 608-60-74, эл. почта: orienteer@yandex.ru

В настоящее время разработка приборов для задач медицины является актуальным направлением развития современного приборостроения. Это связано с необходимостью переоснащения и дальнейшего развития отечественных аналитических приборов. В рамках настоящей работы выполнена разработка и изготовление устройства сопряжения газового хроматографа с масс-спектрометром, обеспечивающего работу масс-спектрометра в режиме измерения парциальных давлений газовых смесей включающих анестетики класса Севофлуран.

Разработка масс-спектрометра состоит из двух основных задач. Во-первых, создание вакуумной системы откачки медицинского масс-спектрометра и тестирование системы регистрации, обеспечивающей абсолютные измерения парциальных давлений исследуемых соединений при помощи квадрупольного масс-спектрометра, ориентированной на применение в медицинских учреждениях. Во-вторых, создание программы обеспечивающей работу масс-спектрометра при определении концентрации анестетика в аппарате искусственной вентиляции легких и тестирование программы управления работой масс-спектрометра в режиме работы, обеспечивающей абсолютные измерения парциальных давлений различных анестетиков при помощи квадрупольного масс-спектрометра, ориентированного на применение в медицинских учреждениях.

Вакуумная система откачки состоит из турбомолекулярного насоса, форвакуумного насоса, промежуточной системы откачки и капилляра. Так как на выходе хроматографа давление составляет 1000 мбар, а рабочее давление в масс-спектрометре 10^{-6} мбарр, то для обеспечения такого перепада давлений необходимо использовать систему дифференциальной откачки, которая в нашем случае состоит из прогреваемого капилляра с внутренним диаметром 0.07 мм и длиной 1 м. Использование капилляра позволяет понизить давление на входе в прибор в 1000 раз по отношению к атмосферному. Исследуемая газовая смесь проходит по каналу капилляра и попадает в систему дифференциальной откачки. Два электромагнитных клапана управляют откачкой и вводом пробы. В качестве второй диафрагмы используется пластинка из нержавеющей стали, в которой при помощи лазерной искры сделано отверстие диаметром 0.01 мм. Диафрагма съемная, поэтому можно выбрать оптимальный диаметр отверстия для получения давления в камере масс-спектрометра, обеспечивающего его работу. Капилляр подключается непосредственно к интерфейсу пробозабора. Камера промежуточной откачки подключается к молекулярной ступени турбомолекулярного насоса при помощи шланга, из нержа-

вещей стали, который был соединен специальным штуцером к клапану напуска атмосферы турбомолекулярного насоса.

Разработанная программа "Spectrum" позволяет работать с одним масс-спектром или с несколькими одновременно. Информация, поступающая с масс-спектрометра, считывается и сохраняется. Прочитав её с помощью разработанной программы, возможна нормировка спектра относительно максимального пика, перевод в логарифмический режим изображения, изменение масштаба и диапазона масс. Обработав необходимый спектр, можно получить информацию о величине пиков. Программа имеет собственную базу данных, которую можно дополнять как NIST спектрами, так и собственными. При длительном проведении измерений есть возможность провести trend-анализ необходимых пиков, что позволяет получать наглядную картину изменения концентрации выбранных веществ в режиме реального времени.

Разработанный масс-спектрометрический комплекс будет поставлен в операционную ВмедА для диагностики анестетика Севофуран при проведении операции. Ответственный исполнитель профессор кафедры анестезиологии и реаниматологии ВмедА профессор Левшанков А. И.