

*Д. А. Шабунин**

**ПУСКОВОЕ УСТРОЙСТВО ИЗОЛИРУЮЩЕГО
САМОСПАСАТЕЛЯ: ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ
ЗАПУСКА ПОДАЧИ КИСЛОРОДА И ДЕФЕКТЫ
ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЦИКЛА**

Генерация кислорода в пусковом модуле изолирующего самоспасателя представляет собой жестко детерминированную цепь физико-химических превращений. Временной норматив от момента инициации до появления в дыхательном контуре пригодной для респирации газовой смеси не превышает 20...40 с. В этом коротком интервале последо-

* Работа выполнена под руководством доктора технических наук, профессора кафедры «Компьютерно-интегрированные системы в машиностроении» ФГБОУ ВО «ТГТУ» В. А. Немтинова.

вательно разворачиваются три фазы: механическая дезинтеграция герметизирующей оболочки, экзотермическая реакция гидролиза надпероксидного брикета и газодинамическое насыщение эластичного резервуара кислородом с одновременной термической активацией основного регенеративного патрона.

Фаза первая – разрушение ампулы.

Герметичный стеклянный сосуд, содержащий строго дозированный объем пусковой жидкости, подлежит принудительной дезинтеграции. Конкретный способ воздействия варьируется в зависимости от конструктивного исполнения: ударный боек, срабатывающий при рывке тросика, самовзвод от натяжения шейного ремня либо нажимная клавиша.

Заклученная в ампуле субстанция – дистиллированная вода либо слабокислотный/солевой состав – служит исключительно каталитическим агентом и не содержит свободного кислорода; по сути, она выполняет функцию «ключа зажигания» для последующей химической реакции, что можно наблюдать на рис. 1.

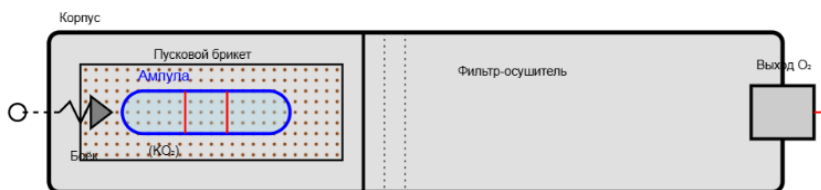


Рис. 1. Продольный разрез пускового устройства

Фаза вторая – взаимодействие реагента с надпероксидным брикетом.

Высвободившаяся жидкость гравитационно и капиллярно распределяется по поверхности твердого пористого блока – пускового брикета (ПБ). Активным началом ПБ выступает композиция на основе надпероксида калия (KO₂), в которую для повышения эксплуатационной стабильности нередко добавляют надпероксид натрия (NaO₂). Контакт влаги с указанными соединениями провоцирует немедленную экзотермическую реакцию, описываемую следующим стехиометрическим уравнением:



Из двух молекул твердого надпероксида калия и одной молекулы воды синтезируются гидроксид калия (щелочь, остающаяся в конденса-

рованной фазе), молекулярный кислород и выделяется значительный объем тепловой энергии. Заводская рецептура брикетов, впрочем, устроена сложнее лабораторной: помимо базовых надпероксидов, в нее интегрируют функциональные присадки (в частности, гидроксид алюминия), которые повышают термическую стойкость, физическую прочность и удельный выход газа. Сама реакция носит автокаталитический характер: выделяемое тепло форсирует вовлечение в нее смежных зон брикета, благодаря чему скорость газообразования нарастает лавинообразно.

Технологические риски и типовые дефекты, возникающие при сборке пускового устройства.

Первый дефект – образование скрытой микротрещины стеклянной ампулы при ее запрессовке в посадочное гнездо. В большинстве конструктивных схем ампула фиксируется с натягом либо поджимается прижимной пластиной. Если усилие запрессовки превышает регламентированное значение даже на 5...10%, либо оснастка имеет угловой перекос, в теле стекла возникает микродефект по линии максимального механического напряжения. Внешне такая ампула выглядит целостной, однако в течение двух-трех месяцев хранения жидкость-инициатор испаряется.

Второй дефект – механическое повреждение пускового брикета в процессе его установки в стакан ПУ. Брикет на основе надпероксида калия обладает невысокой механической прочностью и подвержен выкрашиванию. Неквалифицированные действия сборщика могут спровоцировать откол фрагментов или образование пылевидной фракции. Последствия двояки: во-первых, мелкодисперсные частицы способны забить выходной фильтр-осушитель, создав аномально высокое сопротивление дыханию в момент запуска; во-вторых, попадание осколков в резьбовое соединение чревато заклиниванием гайки и повреждением сопрягаемых поверхностей.

Изолирующий самоспасатель сохраняет герметичность внутреннего контура вплоть до момента штатного включения. Пусковое устройство, будучи интерфейсным узлом между дыхательным мешком и регенеративным патроном, выступает потенциальным каналом неконтролируемого подсоса внешней атмосферы.

Критическим дефектом данной группы является перекос либо механическое «закусывание» резинового уплотнительного кольца круглого сечения при вворачивании ПУ в ответную резьбу. Если сборщик не смазал резьбы силиконовой смазкой либо вкручивал узел с угловым смещением, острая кромка резьбы срезает грани кольца. Итогом стано-

вится скрытая потеря герметичности. В условиях реальной эксплуатации – при повышенной влажности рудничной атмосферы и циклических перепадах давления – через микрощель внутрь патрона постепенно просачивается влага, что приводит к нарушению работы аппарата.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пат. 2219982 РФ. Химический состав термостойкого пускового брикета / Смутко Г. В., Сивцов В. А., Зборщик Л. А. и др. ; опубл. 27.12.2003.

2. ГОСТ Р 12.4.277–2012. Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты органов дыхания. Самоспасатели со сжатым воздухом, с полумаской и легочно-силовым автоматом с избыточным давлением. Технические требования. Методы испытаний. Маркировка. – Введ. 2013-12-01. – М. : Стандартинформ, 2019. – 28 с.

*Кафедра «Компьютерно-интегрированные системы
в машиностроении» ФГБОУ ВО «ТГТУ»*