

Ю.В. Мирошниченко, Р.А. Еникеева, Е.М. Кассу

Характеристика способов получения кислорода медицинского и перспективы их применения в военном здравоохранении

Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург

Резюме. Представлена характеристика наиболее распространенных в настоящее время способов получения кислорода и предложена их классификация. Приведены критерии, которые создают ограничения или делают перспективным тот или иной способ для применения в военном здравоохранении. Проведена ретроспективная оценка результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, проведенных в 2004–2008 гг. и направленных на модернизацию системы обеспечения кислородом медицинским войсковым и госпитальным звеньев медицинской службы Вооруженных сил Российской Федерации. Описан способ низкотемпературной (криогенной) ректификации, основанный на разности температур кипения различных газов воздуха. Установлено, что высокая производительность и качество полученных этим способом медицинских газов обусловлены, в том числе использованием молекулярных цеолитовых сит, как дополнительного модуля очистки. Отмечено, что для очистки газовой смеси инновационным является карбоновый наполнитель, который адсорбирует кислород в 30 раз быстрее аргона. Освещены методы получения кислорода, основанные на разделении газов воздуха с помощью селективных мембран (на основе полимерных и ионно-транспортных мембран). Выявлены пробелы в нормативной правовой базе, регламентирующей показатели качества кислорода медицинского и использование технических средств его получения. Представлены результаты сравнительного анализа способов получения кислорода медицинского, основанных на разделении воздуха, как наиболее перспективной группы для применения в военном здравоохранении. Установлено, что способ короткоциклового безнагревной адсорбции позволяет обеспечить автономность войсковых этапов медицинской эвакуации и военных госпиталей от поставщиков кислорода медицинского.

Ключевые слова: кислород медицинский, короткоциклового безнагревная адсорбция, медицинские газы, низкотемпературная (криогенная) ректификация, способы получения кислорода медицинского.

Введение. Среди медицинских газов для военного здравоохранения кислород медицинский (КМ) является наиболее значимым, так как ему принадлежит особая роль при оказании медицинской помощи, особенно в экстренной и неотложной формах на поле боя (в очагах чрезвычайных ситуаций), а также в полевых медицинских организациях (формированиях) [6]. Высокая востребованность КМ в войсковом и госпитальном звеньях медицинской службы Вооруженных сил Российской Федерации (ВС РФ) обуславливается тем, что многие стандарты, регламентирующие оказание медицинской помощи раненым (пострадавшим) находящимся в терминальных состояниях, в том числе связанных с боевой патологией, предписывают применение дыхательных газовых смесей, основным компонентом которых является КМ (смесь диоксида азота (50%) с КМ (50%); смесь монооксида азота (50%) и КМ (50%) и др.) [5, 6].

Также кислород с высокой степенью очистки (близкий по показателям качества к КМ) необходим для поддержания профессионального здоровья, оптимизации функционального состояния организма и повышения работоспособности военных летчиков и моряков, военнослужащих специальных подразделений, а также сотрудников Министерства РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, Министерства внутренних дел РФ и др.

Стабильный рост потребности в КМ и кислороде с высокой степенью очистки на протяжении многих лет определял направления научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) по поиску новых и совершенствованию традиционно используемых способов их получения. Однако предпринятые в 2004–2008 гг. попытки модернизации системы обеспечения КМ войсковых этапов медицинской эвакуации (ВЭМЭ) и военных госпиталей (ВГ) по результатам проведенных НИОКР не привели ни к совершенствованию материально-технической базы, ни к созданию технических средств, позволяющих получать КМ валидированными и стандартизованными способами. Учитывая сложившуюся ситуацию и ее негативное влияние на медицинское обеспечение войск (сил) для военного здравоохранения крайне актуальным является выбор способов получения КМ перспективных для использования в войсковом и госпитальном звеньях медицинской службы ВС РФ.

Цель исследования. На основе критического анализа способов получения кислорода определить перспективы их использования для получения КМ в войсковом и госпитальном звеньях медицинской службы ВС РФ.

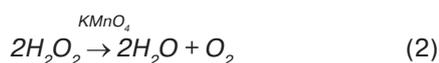
Материалы и методы. Теоретическую и методологическую основу исследования составили отечественные и зарубежные литературные источники, государственные стандарты (ГОСТ). При проведении исследований использовались латентно-семантические

ский, исторический, структурно-логический и контент-анализ.

Результаты и их обсуждение. Впервые «чистый» кислород был получен Джозефом Пресли в 1772 г. путем термического разложения оксида ртути:



Позже были предложены иные химические реакции (ХР) для получения кислорода (например, разложение оксида азота, нитратов, перманганата и некоторых перекисных соединений), многие из которых так и не нашли практического применения. Вместе с тем, до сих пор для получения кислорода применяются ХР, основанные на эффекте разложения хлората и перхлората, перекиси водорода или пероксида натрия. Так, за рубежом на объектах военной техники (летательные аппараты, подводные лодки и др.) и в некоторых образцах дыхательных аппаратов, в том числе и для домашнего использования (например, японской компании «Sanmei Co») кислород высокой степени очистки получается путем разложения перекиси водорода с помощью перманганатного катализатора [15]:



С развитием науки и техники были найдены альтернативные ХР способы получения кислорода, в том числе путем разделения газов воздуха.

Классификация способов получения кислорода представлена на рисунке 1.

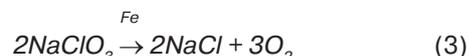
Каждый способ получения кислорода имеет определенные достоинства и недостатки (ограничения). Так, в результате многих ХР кислород, как правило, выделяется в незначительных объемах, поэтому они применяются в случаях, когда не целесообразно получение кислорода в больших объемах или, по ряду причин, другие способы не могут быть реализованы. Например, так называемые кислородные свечи (КС) или шашки, вырабатывающие кислород путем химического разложения твердых кис-

лородосодержащих соединений, предназначаются для использования в случае неполадок в основной (штатной) системе газообеспечения [15].

Исходя из этого, выбор способов получения КМ, перспективных для применения в военном здравоохранении, должен проводиться с учетом его производительности и объемной концентрации, предельно допустимого содержания примесей (углерод монооксида, углерод диоксид, вода, нитрозные газы и др.), а также времени для выхода на рабочий режим соответствующих технических средств, их энергозатратности и мобильности.

Характеристика способов получения кислорода, основанных на ХР. Из всех предлагавшихся способов получения кислорода, основанных на ХР, к настоящему времени практическую значимость сохранили лишь некоторые и, в частности химическое разложение твердых кислородосодержащих соединений и электролиз воды.

В КС реализуется реакция термохимического разложения твердых кислородосодержащих соединений, например, хлората натрия:



Типовая КС, использующаяся зарубежными производителями в так называемых генераторах кислорода, состоит из следующих основных элементов: корпус, сама свеча на основе твердого кислородосодержащего соединения (как правило, хлората натрия), изолятор, сборник побочных продуктов ХР, фильтр, механизм инициализации, входные и выходные патрубки. Она имеет электрическое зажигание и производительность около 4 м³ кислорода за 30 мин. Количество получаемого кислорода зависит от массы КС, а длительность горения – от плотности наполнения кислородосодержащим соединением и размеров [10].

В отечественной практике КС на основе перхлората щелочных металлов использовались на орбитальных станциях и до сих пор в качестве средств получения кислорода в экстренных (нештатных) ситуациях на-

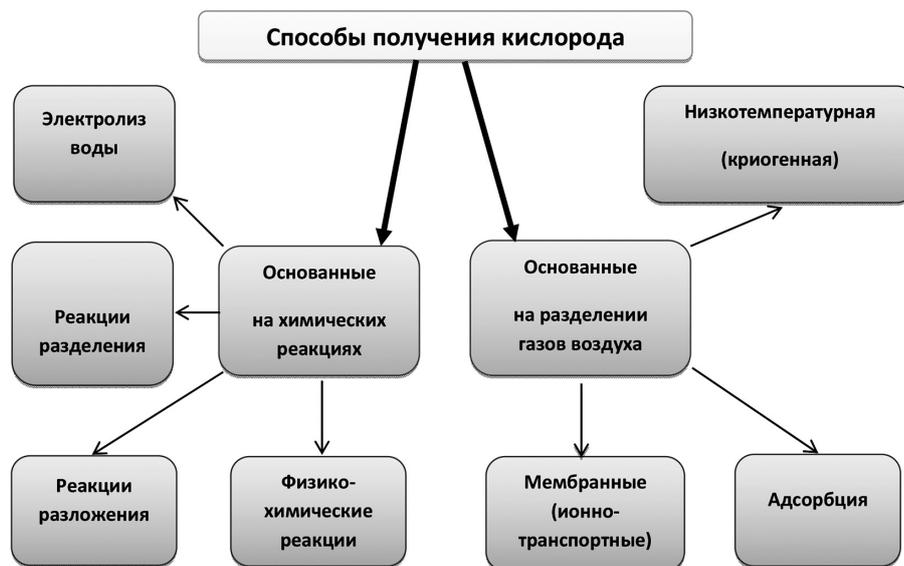


Рис. 1. Классификация способов получения кислорода

ходятся на международной космической станции. Эти относительно небольшие по размерам устройства имеют длительный срок хранения, равномерную скорость сгорания, а также приемлемый для замкнутых и автономных объектов объем выработки кислорода.

Вместе с тем, предлагавшиеся технико-технологические решения по использованию термохимических генераторов кислорода (переносного ГКТХ-П и бортового ГКТХ-Б) на основе КС показали их неэффективность на ВЭМЭ и в ВГ. В частности, негативным фактором является заполнение кислородных баллонов путем перепуска кислорода из термохимических генераторов по градиенту давления, что неизбежно приводит к большим потерям кислорода (около 50%). Невысокая производительность термохимических генераторов кислорода без переснаряжения по отношению к средней суточной потребности требует создания либо большого запаса КС, либо увеличения количества самих генераторов. Но основной фактор, ограничивающий в настоящее время применение КС в медицинской практике, заключается в том, что получаемый с их помощью кислород не соответствует требованиям, предъявляемым к КМ [7].

Одним из распространенных способов получения кислорода является электролиз воды:



В промышленных условиях электролиз воды осуществляется с помощью ячейки Лонца для высокого давления или ячейки Ноулза для низкого давления, генерируя газы с давлением до 30 бар. Данный способ является достаточно энергоемким и, в основном, с его помощью получается водород, а кислород собирается по мере необходимости, но чаще считается побочным продуктом. Кроме того, использование полученного электролитическим способом кислорода в медицинской практике не допускается [3, 4].

Характеристика способов получения кислорода, основанных на разделении газов воздуха. Способы получения кислорода путем разделения газов воздуха – низкотемпературной (криогенной) ректификации (НР), короткоциклового безнагревной адсорбции (КБА), мембранной фильтрации и другие основаны на физико-химических явлениях фильтрации и адсорбции.

Начиная с 50-х годов прошлого века КМ в промышленных объемах получается путем НР, когда перерабатываемый воздух сжимается и благодаря разности температур кипения кислорода (–183 °С), азота (–195,8 °С) и аргона (–185,8 °С) разделяется. В настоящее время криогенные технологии значительно усовершенствованы. Внедрение в установку НР дополнительного модуля очистки – адсорбера с цеолитом¹ позволяет не только получить кислород высокой степени очистки и объемной концентрации, но и другие газы, в частности азот и аргон.

При получении кислорода НР атмосферный воздух, проходя через фильтры, очищается от пыли и механических примесей, а затем компримируется и последовательно подается в маслолагоотделитель, теплообменник-ожижитель и блок осушки. Влага, содержащаяся в воздухе, конденсируется и периодически отводится в атмосферу. Далее воздух проходит через молекулярные сита из цеолита, которые адсорбируют оставшуюся влагу, углекислый газ, ацетилен и другие примеси. Очищенный от примесей воздух подается в предварительный теплообменник для предварительного охлаждения, а затем одна часть воздуха подается в теплообменник, а вторая – турбодекантер. После этого они объединяются и поступают в нижнюю ректификационную колонну. В нижней части ректификационной колонны происходит предварительное разделение газов воздуха на обогащенную кислородом (кубовую) жидкость и азотную флегму с кислородом. Далее обогащенная кислородом жидкость разделяется на жидкий кислород (в поддоне) и чистый азот (в верхней части колонны), которые в последствие разделяются на жидкий и газообразный азот и газообразный кислород. В то время, когда насыщенная аргоном жидкость в средней части колонны поступает на следующую криогенную ректификационную колонну, газообразный кислород проходит в кислородный теплообменник и подается на участок наполнения баллонов, а жидкий кислород из нижней части ректификационной колонны сливается в резервуар (конструктивно – «сосуд Дьюара»²). Насыщенная аргоном жидкость из средней части колонны поступает на дополнительную криогенную ректификацию для получения жидкого аргона или, проходя через газификатор, превращается в газообразный аргон.

Схема аппаратного оформления получения кислорода способом НР представлена на рисунке 2.

Способ НР получения КМ является наиболее распространенным, а современное криогенное оборудование обеспечивает необходимое качество готового продукта и полное отсутствие в нем таких примесей как ацетилен, масло, газообразные кислоты и основания, а также газы-окислители. Однако до сих пор качество КМ, получаемого этим способом, регламентируется устаревшими и необязательными для исполнения ГОСТами 6331-78 «Кислород жидкий технический и медицинский. Технические условия» и 5583-78 «Кислород газообразный технический и медицинский. Технические условия», а также разработанными на их основе фармакопейными статьями предприятий (ФСП). В этой связи необходима разработка фармакопейных статей «КМ газообразный 99,5%», «КМ жидкий 99,5%» [3, 4, 6].

Вместе с тем, реализация способа НР получения КМ непосредственно на ВЭМЭ и в ВГ сопряжена со значительными трудностями (сложность оборудова-

¹Цеолиты – большая группа близких по составу и свойствам минералов, водные алюмосиликаты кальция и натрия из подкласса каркасных силикатов. Их важными свойствами являются способность отдавать и вновь поглощать воду в зависимости от температуры и влажности, а также способность к ионному обмену.

²Сосуд с двойными стенками между которыми создан вакуум (не менее 1,33 мн/м² или 10–5 мм рт. ст.), что обеспечивает высокую теплоизоляцию вещества, находящегося внутри сосуда.

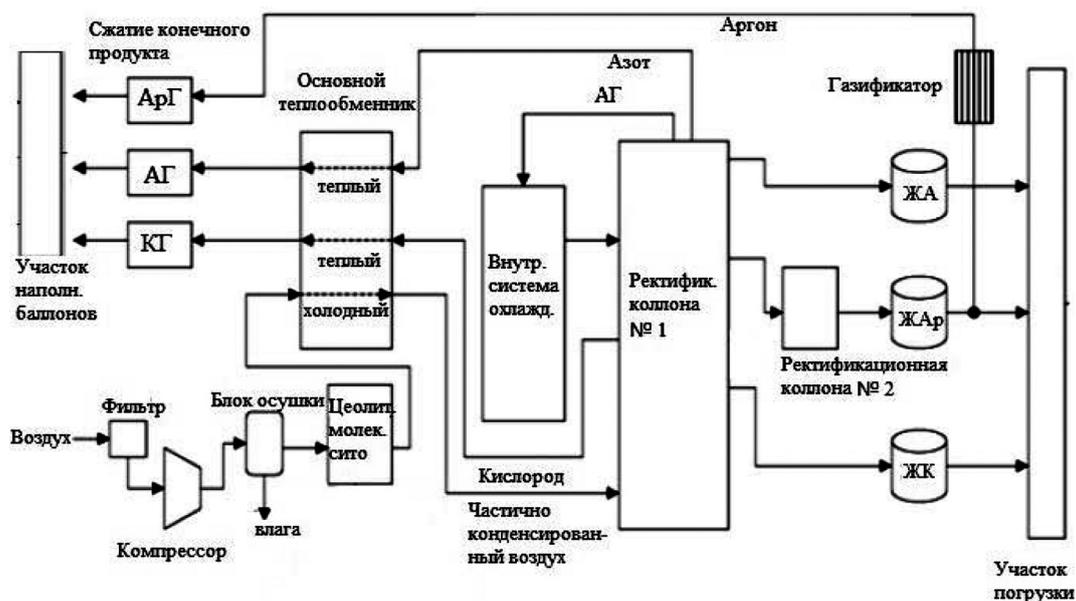


Рис. 2. Схема аппаратурного оформления получения кислорода способом НР: КМЖ – КМ жидкий; КМГ – КМ газообразный; АГ – азот газообразный; АЖ – азот жидкий; Арг – аргон газообразный; АргЖ – жидкий аргон

ния, наличие специально подготовленного персонала и др.). Об этом свидетельствует попытка обеспечения автономности войскового и госпитального звеньев медицинской службой ВС РФ от поставщиков КМ, предпринятая в конце 60-х – начале 70-х годов XX в. Тогда были сформированы кислороддобывающие отряды, использующие для получения КМ автомобильные кислородазотдобывающие станции типа АКДС-70м (разрабатывались для аэродромно-технических служб и предназначались для получения жидких кислорода и азота). Однако учитывая их невысокую производительность, а также сложности при эксплуатации и техническом обслуживании, кислороддобывающие отряды в конце 80-х гг. прошлого века были расформированы [7].

В последние десятилетия для получения различных газов, в том числе и кислорода, широкое распространение получила КБА и ее разновидность – вакуумная КБА (отличительная особенность – работа установки при пониженном давлении и сжатие кислорода на выходе) [11, 14]. Получение кислорода адсорбцией включает следующие стадии: компримирование воздуха, фильтрация, адсорбция, десорбция, накопление. Основными конструктивными элементами подобных установок являются: компрессор, фильтры, адсорберы (как правило, два), заполненные цеолитом и ресивер. Предварительно сжатый в компрессоре до 5–7 бар воздух после очищения и дегидратации поступает в первый адсорбер, где цеолитом преимущественно поглощается азот, а кислород проходит через слой адсорбента и через обратный клапан поступает в ресивер. Одновременно во втором адсорбере происходит понижение давления и отвод поглощенного азота. Кроме того, часть кислорода из первого адсорбера поступает во второй адсорбер и дополнительно вытесняет из него азот. Через определенный промежуток времени адсорберы меняются функциями, и цикл повторяется [1, 13].

Схема аппаратурного оформления получения кислорода способом КБА представлена на рисунке 3.

Данная технология позволяет получать кислород с объемной концентрацией порядка 93%. Этот показатель обусловлен практически одинаковой адсорбционной емкостью цеолитов для кислорода и аргона. Поэтому при обогащении воздуха кислородом до 93% одновременно происходит его насыщение другими газами приблизительно до 5% (главным образом, аргон) [1].

На сегодняшний день показана возможность применения не только молекулярных сит на основе цеолитов, но и карбонов³, которые адсорбируют кислород в 30 раз быстрее аргона. В результате четырех циклов КБА с использованием карбонового молекулярного сита, можно получать кислород с объемной концентрацией порядка 99%. Данная технология была разработана в 2004 г., но в настоящее время реализована только для получения азота 99,5% [10, 14].

В отличие от получения КМ криогеникой, адсорбционная технология позволяет создавать мобильные установки и размещать их в местах потребления (время выхода таких установок на рабочий режим не превышает 10–15 мин). Кроме того, развитие адсорбционной технологии привело к тому, что цена такого кислорода практически не отличается от цены кислорода, полученного НР. Вместе с тем, использование полученного способом КБА кислорода в медицинских целях на сегодняшний день в РФ не легитимно, так как его качество на национальном уровне не регламентировано. Это обуславливает необходимость разработки фармакопейной статьи «КМ газообразный 93%» [5].

Разработан способ разделения газов воздуха с помощью селективных мембран из пористого полимерного волокна, на внешнюю поверхность которого нанесен газоразделительный слой (волокно имеет сложную асим-

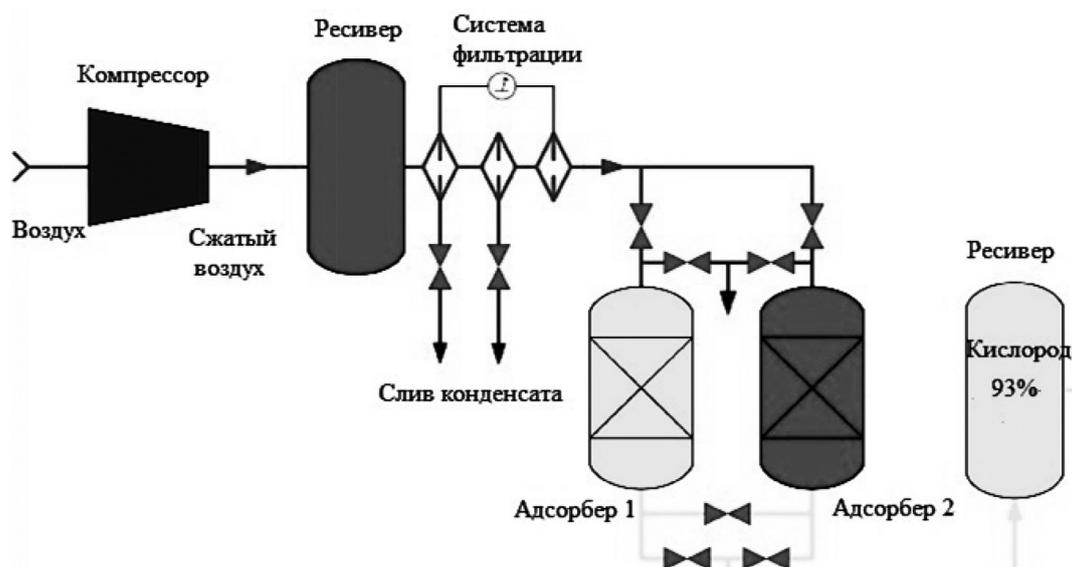


Рис. 3. Схема аппаратного оформления получения кислорода способом КБА

метричную структуру, плотность полимера возрастает по мере приближения к внешней поверхности). Применение пористых подложек с асимметричной структурой позволяет разделять газы при высоких давлениях (до 6,5 МПа). Толщина сплошного (непористого) газоразделительного слоя волокна не превышает 0,1 мкм, что обеспечивает высокую проницаемость газов. Волоконный мембранный модуль состоит из сменного мембранного картриджа и корпуса. Плотность упаковки волокон в картридже достигает 500–700 м² волокна на 1 м³ картриджа, что позволяет минимизировать размеры установок.

Схема аппаратного оформления получения кислорода мембранным способом представлена на рисунке 4.

Мембранный способ получения кислорода отличается низкими энергозатратами, непрерывностью процесса и легкостью его масштабирования, возможностью сочетания с другими технологиями, мягкими условиями разделения газов и возможностью изменения свойств мембран в широком диапазоне. Основной недостаток данного способа заключается в быстром снижении производительности, так как мембрана – по сути, сплошная перегородка на пути любого течения газа. Также мембраны характеризуются низкой устойчивостью к парам органических соединений и воздействию радиации. Поэтому мембранная технология получения кислорода на практике применяется крайне редко [2].

В настоящее время разрабатывается инновационный способ разделения газов воздуха с помощью ионно-транспортных мембран (ИТМ). Данный способ основан на способности ионов кислорода проходить через плотную керамическую мембрану твердого электролита под влиянием электрического тока. Процесс осущест-

вляется при повышенном давлении потока входящего воздуха. Твердый электролит изготавливается на основе оксида церия, а главным элементом установки является электрохимическая сетка из керамических материалов, проводящих высокую температуру. Процесс получения кислорода протекает при температуре свыше 600 °С для обеспечения необходимой проводимости ионов кислорода через электролит [12].

Схема аппаратного оформления получения кислорода с помощью ИТМ представлена на рисунке 5. Сравнительная характеристика способов получения кислорода, основанных на разделении газов воздуха, представлена в таблице.

Представленные в таблице данные свидетельствуют, что для получения больших объемов кислорода (свыше 100 т) целесообразно использовать ИР, позволяющую получать жидкий и газообразный кислород, азот и аргон [13]. Адсорбционный и мембранные технологии позволяют создавать относительно компактные установки с минимальным временем выхода на рабочий режим. В зависимости от способов получения различается и объемная концентрация кислорода. Так, способом КБА возможно достичь объемной концентрации кислорода порядка 93%, способом ИР – 99,5%, а инновационным способом ИТМ – 99,9%.

Оценка перспектив применения в военном здравоохранении описанных способов получения кислорода проводилась с как позиций потребителей (ВЭМЭ и ВГ), так и производителей. Для потребителей КМ важно его качество (объемная концентрация, чистота и др.), бесперебойность в обеспечении или автономность, простота и доступность эксплуатации, технического обслуживания и ремонта технических средств полу-

³Карбоны (от англ. carbon – углерод), углепластики или карбонопластики – полимерные композиционные материалы из переплетенных нитей углеродного волокна, расположенных в матрице из полимерных (например, эпоксидных) смол. Плотность — от 1450 кг/м³ до 2000 кг/м³. Отличаются высокой прочностью, жесткостью и небольшой массой.

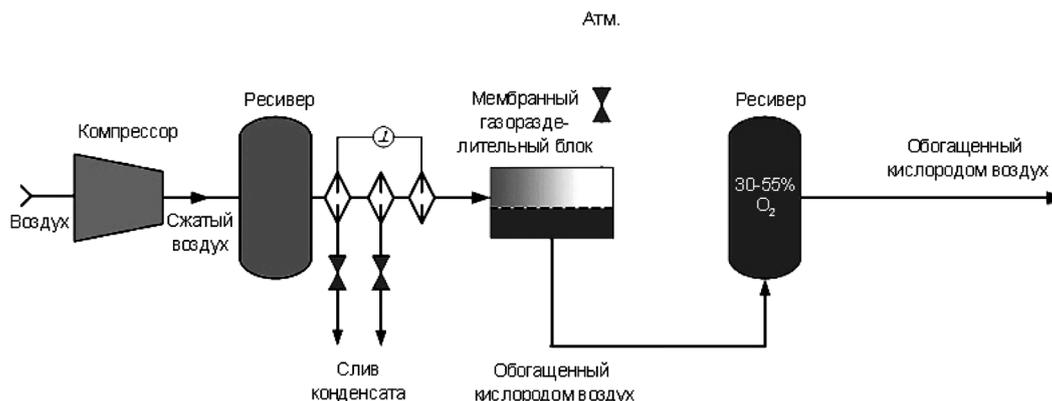


Рис. 4. Схема аппаратного оформления получения кислорода мембранным способом

чения, наличие нормативной документации на КМ и т. д. Для производителей ключевыми факторами являются производительность технических средств, энергозатратность и степень автоматизации процессов, наличие нормативной документации на КМ и др. Важно, что при расположении установки для получения КМ на ВЭМЭ и в ВГ, они становятся, по существу, изготовителями лекарственного средства, что приводит к необходимости оценки способа получения КМ по предусмотренным показателям качества. Изготовленное таким способом лекарственное средство должно соответствовать установленным требованиям. На основании требований Федерального закона от 12 апреля 2010 № 61 «Об обращении лекарственных средств» [8] качество лекарственных средств должно соответствовать фармакопейной статье (ФС), а в случае ее отсутствия – нормативной документации (НД). Однако до настоящего времени ФС (НД), регламентирующие способы получения и показатели качества медицинских газов вообще, и КМ в частности, отсутствуют и не включены в Государственную фармакопею [7].

Заключение. Показано, что наиболее перспективными способами получения КМ для военного

здравоохранения являются НР и КБА. Вместе с тем, для обеспечения автономности ВЭМЭ и ВГ от поставщиков КМ необходимо налаживание его получения на местах. С учетом этого, применение технических средств, реализующих для получения КМ способ КБА является приоритетным. Следовательно, в ближайшее время необходимо выполнить комплекс НИОКР, направленных на создание мобильной установки для получения, накопления (хранения) и распределения КМ газообразного 93%, а также разработку фармакопейной статьи на указанное лекарственное средство.

Литература

1. Акулов, А.К. Производство кислорода 95 и 99% из воздуха методом короткоциклового безнагревной адсорбции / А.К. Акулов. – М.: СФЕРА. НЕФТЬ И ГАЗ 4/2014 (42). С. 38–42.
2. Бекман, И.Н. Мембраны в медицине / И.Н. Бекман // Курс лекций: Московский государственный университет, Факультет химии, кафедра радиохимии, М. – 2010. С. 1–3.
3. ГОСТ 5583-78 «Кислород газообразный технический и медицинский. Технические условия». – М: Издательство стандартов, 1978. – 16 с.
4. ГОСТ 6331-78 «Кислород жидкий технический и медицинский. Технические условия». – М.: Издательство стандартов, 1978. – 13 с.
5. Мирошниченко, Ю.В. Стандартизация кислорода медицинского в России и за рубежом / Ю.В. Мирошниченко [и др.]

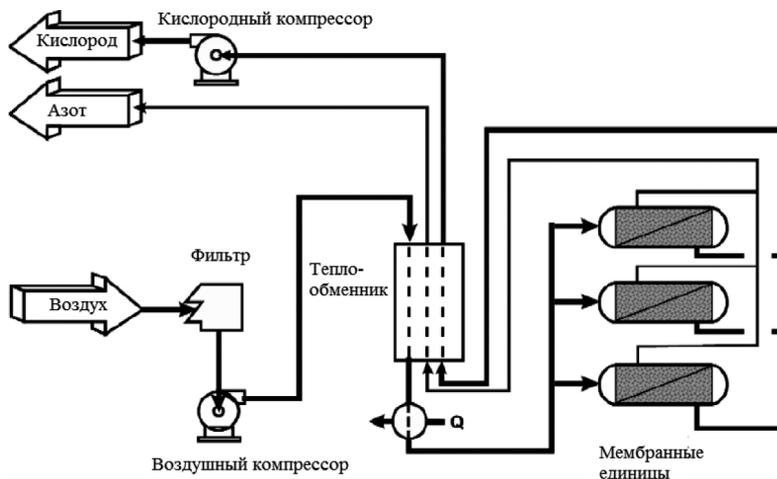


Рис. 5. Схема аппаратного оформления получения кислорода с помощью ИТМ

Сравнительные характеристики способов получения кислорода путем разделения газов воздуха

Способ получения кислорода	Объемная концентрация, %, об.	Наличие нормативных документов	Производительность, т/день	Экономический диапазон (т/день)	Время до начала работы установки	Уровень шума, дБ	Энергозатратность, кВтч/м ³	Мобильность
НР	99,5	ГОСТы, ФСП	650	>20	часы	90	1,92	нет
КБА	93	нет	≥100	<150	минуты	50	1,4	да
С помощью селективных мембран	30–55	нет	≥20	<20	минуты	>50	0,5–1	да
С помощью ионно-транспортных мембран	99,9	нет	≥5	нет данных	часы	нет данных	нет данных	да

// Вестн. Росс. воен.-мед. акад. – 2016. – № 1 (53). – С. 203–206.

6. Саканян, Е.И. Подходы к унификации национальных и зарубежных требований к качеству медицинских газов / Е.И. Саканян [и др.] // Вестн. Росс. воен.-мед. акад. – 2015. – № 3 (51). – С. 162–165.

7. Умаров, С.З. Техничко-экономическое обоснование применения инновационных технологий и современных технических средств для обеспечения военных лечебных учреждений медицинским кислородом / С.З. Умаров [и др.] // Нац. мед. кат. – 2006. – № 1 (8). – С. 102–107.

8. Федеральный закон от 12 апреля 2010 г. № 61-ФЗ «Об обращении лекарственных средств». – М.: в ред. от 08.03.2015. – 56 с.

9. Sterkenburg, R. Aviation Maintenance, Technician Handbook: Federal aviation administration / R. Sterkenburg, B. Rahm // Washington – 2012. – Vol. 2., Ch. 16.6. – 536 p.

10. Wiley, J. Adsorbents: Fundamentals and applications / J. Wiley. // New Jersey – 2003. – P. 117–123.

11. Jeong-Geun Jee, P. Pressure swing adsorption processes to purify oxygen using a carbon molecular sieve / P. Jeong-Geun Jee, K. Min-Bae, L. Chang-Ha // Chemical Engineering Science. – 2005. – № (3) 60. – P. 869–882.

12. Repasky, J. M. ITM Oxygen technology: scale-up toward clean energy applications. Advanced Gas Separation Technology / J.M. Repasky [et al.] // International Pittsburgh Coal Conference 2012 Pittsburgh, Pa., U.S.A. – 2012. – P. 1–8.

13. Salil, U. Kinetic separation of oxygen and argon using molecular sieve carbon. / U. Salil, T. Ralf Yang // Adsorption. – № (1) 6. 2000. – P. 1–2.

14. Smith, A.R. A review of air separation technologies and their integration with energy conservation processes / A.R. Smith, J. Klosek // Fuel Processing technology – № 70. – 2001. – P. 115–134.

15. William, J. Grant Medical Gases. Their Properties and Uses / J. William Grant // Buckinghamshire, England – 1978. – P. 83–93.

Yu.V. Miroshnichenko, R.A. Yenikeieva, E.M. Kassu

Characteristics of producing medical oxygen and prospects of its usage in military health care

Abstract. The characteristics of the most common methods currently produce oxygen and their classification is suggested. The characteristics that create restrictions or decide if one method is promising or not in the military and hospital echelons of the medical service of the Russian Federation armed forces have been listed. A retrospective evaluation for the results of the science research and technical testing works carried out in the period from 2004 to 2008 in this direction has been given. Modern modification of the cryogenic method, which is based on the differences in the boiling points of various gases in the air mixture, has been described. High performance and quality of the medical gases obtained by this method are caused by the presence of zeolite molecular sieves, as an additional step to purify the gas from impurities. It has been noted that the innovative method to clean the gas mixture is to use the carbon filler which adsorbs oxygen 30 times faster than argon. Also the methods of obtaining medical oxygen based on air separation using selective membranes: based on polymer and ion-transport membranes have been covered. In this article the described methods are accompanied with schematic images of the hardware design. Imperfection of the regulatory framework, governing the quality of medical oxygen and apparatus producing it, has been noticed. We give a comparative analysis of the methods of producing the medical oxygen, based on air separation, as the most promising group to be used in military health care.

Key words: medical oxygen, medical gas, methods for producing medical oxygen, the chemical reaction to produce medical oxygen, cryogenic rectification, pressure swing adsorption, membrane method of obtaining medical oxygen, ion-transport membrane.

Контактный телефон: +7-812-329-7152; e-mail: miryv61@gmail.com