

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АДСОРБЦИОННОГО КОНЦЕНТРАТОРА КИСЛОРОДА В МЕДИЦИНСКОЙ ПРАКТИКЕ

<sup>1</sup>П. О. Власенко\*, <sup>2</sup>Д. Н. Серяков  
<sup>1</sup>«НИАРМЕДИК ПЛЮС», Москва, Россия  
<sup>2</sup>«проВита», Москва, Россия

© П. О. Власенко, Д. Н. Серяков, 2018 г.

Статья посвящена вопросам использования чистого кислорода в медицине. В сравнительном ключе рассматриваются основные пути обеспечения лечебно-профилактических учреждений кислородом, предоставлены требования к современному оборудованию специализированных медицинских помещений и отделений. Освещены проблемные стороны хозяйственной работы, с которыми регулярно сталкиваются руководители лечебно-профилактических учреждений, с учетом многих факторов, не принимавшихся во внимание при отлаженной работе централизованного снабжения медицинским кислородом (влияние климата, транспортная составляющая, экономический вопрос, ситуация с грамотными техническими кадрами, документооборот по согласованию работы в контролирующих учреждениях и т.д.). Приводятся нормативные положения по обустройству различных систем кислородоподачи. Предоставлены требования техники безопасности при работе с жидким кислородом и газообразным кислородом при его содержании в сосудах под давлением. Со ссылкой на нормативную документацию излагается точка зрения, что с учетом современных экономических и хозяйственных аспектов в ряде лечебных учреждений, помимо традиционного-криогенного способа получения медицинского кислорода, очень часто целесообразным методом получения кислорода является короткоцикловая безнагревная адсорбция, позволяющая производить чистый газ при сравнительно низком давлении и температуре окружающей среды непосредственно на месте его потребления. Описан метод безнагревной адсорбции, подробно рассмотрено устройство установки для получения кислорода. Приведены технические характеристики различных видов концентраторов кислорода различной производственной мощности.

**Ключевые слова:** морская медицина, кислород, воздух, кислородоснабжение, лечебно-профилактические учреждения, заболевания, адсорбция, короткоцикловая адсорбция, концентратор кислорода, безопасность, молекулярное сито

## USE OF ADSORPTION OXYGEN CONCENTRATOR IN MEDICAL PRACTICE

<sup>1</sup>Pavel O. Vlasenko\*, <sup>2</sup>Dmitriy N. Seryakov  
<sup>1</sup>NEARMEDIC PLUS, Moscow, Russia  
<sup>2</sup>ProVita, Moscow, Russia

The article deals with the use of pure oxygen in medicine. In a comparative vein, the main ways of providing medical and prophylactic institutions with oxygen are considered, information on the requirements for modern equipment of specialized medical facilities and departments is provided. Those problematic aspects of a fatigue, which are regularly encountered by the heads of medical institutions, are highlighted, taking into account many factors that were not taken into account when the well-established work of the centralized supply of medical oxygen (climate, the transport component, the economic issue, the situation with competent technical personnel, document flow work in supervising institutions, etc.). The regulatory frameworks on the arrangement of various oxygen supply systems are presented. Information on safety requirements when working with liquid and gaseous oxygen in vessels under pressure is provided. With reference to the regulatory documentation, the point of view is stated that, taking into account modern economic and economic aspects, in a number of medical institutions, in addition to the traditional-cryogenic method of obtaining medical oxygen, a short-cycle adsorption without heat is very often an expedient method of obtaining oxygen. This absorption allows to produce pure gas with relatively low pressure and ambient temperature directly at the place of the gas consumption. The method of non-heating absorption is described, and information on design of the installation for the production of oxygen is given in detail. The technical characteristics of various types of oxygen concentrators of various production capacities are given.

**Key words:** marine medicine, oxygen, air, oxygen supply, medical institutions, diseases, adsorption, short-cycle adsorption, oxygen concentrator, safety, molecular sieve

**Для цитирования:** Власенко П.О., Серяков Д.Н. Использование адсорбционного концентратора кислорода в медицинской практике // *Морская медицина*. 2018. № 4. С. 55–63, DOI: <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2018-4-4-55-63>

**История применения кислорода в медицинской практике.** Роль кислорода уникальна как для человечества, так и для всего живого на планете Земля. Крайне строго регламентированное его содержание в атмосферном воздухе (20,95% по объему, или 23,15% по массе) позволяет всем живым организмам быть биологически активными именно в сложившихся в процессе эволюции формах жизни. Даже незначительные изменения содержания кислорода в любую сторону могут привести к серьезным последствиям. Именно потому изучение роли кислорода в биологии, химии, медицинских науках, а также и в других естественных науках занимает одно из важнейших мест. В данной статье нереально даже кратко описать хотя бы часть направлений применения кислорода, поэтому, учитывая целевую аудиторию журнала, авторы решили сосредоточиться на конкретном медицинском аспекте его использования.

Кислород как химический элемент принимает участие в различных биохимических процессах внутриклеточного обмена веществ, за счет которого функционируют клетки человеческого организма. О кислороде как отдельном веществе стало известно только во второй половине XVIII века, когда Джозеф Пристли сумел выделить его в чистом виде. Его значение в жизни человека стало исследовано несколько позже, впервые кислород в медицине применили в 1810 г., но с этого момента его воздействие на человеческий организм стало настолько широко использоваться в различных видах оказания медицинской помощи, что без него сейчас никак не обойтись. Воздействие кислорода на биологические процессы в организме продолжает открывать медицинским специалистам все новые и новые направления для его применения, с ним научились правильно и рационально обращаться и тем самым спасать жизни больных. На сегодняшний день кислород используют практически во всех областях медицины. Он занимает свое место в лечении как острых, так и хронических заболеваний и болезненных состояний. Кислород

является краеугольным камнем терапевтических мероприятий в реанимационном направлении. Особенно он важен при проведении сердечно-легочной реанимации, искусственной вентиляции легких и у тяжелых больных для интенсификации обменных процессов в организме. Кислород в медицине применяется также при сердечной и легочной патологии, когда нарушено его поступление в организм или доставка к тканям. Недостаточное количество кислорода в крови врачи обозначают как гипоксемию. Одним из легкодоступных параметров для ее оценки является показатель сатурации крови — величина насыщения кислородом гемоглобина, белка эритроцитов, который отвечает за перенос кислорода от легких к тканям. При всех состояниях, когда сатурация крови падает, назначение ингаляции кислорода обязательно. Тогда ингаляция кислорода, а точнее воздушной смеси с повышенным содержанием кислорода, может значительно облегчить состояние больного, а в ряде направлений оказания медицинской помощи — предотвратить летальный исход. Вдыхание чистого кислорода приводит к увеличению его содержания в дыхательных путях, что повышает концентрацию кислорода в крови. Все эти процессы улучшают доставку кислорода к тканям, и, соответственно, улучшают обмен веществ.

Однако использование медицинского кислорода не ограничивается только применением в больничной палате, барокамере и т.д., в ряде показаний при определенных заболеваниях ингаляции кислорода полезны более длительное время, чем срок стационарного или амбулаторного лечения.

В настоящее время задача индивидуального применения медицинского кислорода решена путем производства портативных баллонов, которыми можно пользоваться на рабочем месте, дома, а также в полевых условиях. Кроме того, размер и масса баллона позволяют носить его с собой в ручной клади. Подобное решение полезно как для больных, которым прописана кислородотерапия после выписки из стационарного лечебного учреждения, так и для про-

филактического применения определенным контингентом людей по медицинским и профессиональным показаниям. Вдыхание чистого кислорода вызывает сужение сосудов головного мозга, что имеет значение при лечении так называемых кластерных головных болей, мигрени, кроме того, оперативное применение медицинского кислорода предотвращает развитие целого ряда профессиональных заболеваний. При соблюдении требований безопасности по транспортировке и эксплуатации использование портативных кислородных баллонов абсолютно безопасно. Помимо портативных кислородных баллонов, которые имеют определенные недостатки, в современной практике успешно используются индивидуальные (прикроватные) адсорбционные концентраторы кислорода.

**Физико-химические свойства кислорода и основные вопросы техники безопасности при обращении с ним.** Кислород — газ без запаха и цвета, не пожаровзрывоопасен, не горюч, но является сильным окислителем, интенсивно поддерживает горение. Может способствовать воспламенению горючих материалов (дерево, бумага, масло и т.д.), в смеси с парами топлива может взрываться. Допустимая объемная доля кислорода в воздухе окружающей среды, не способствующая возгоранию одежды и оборудования, не более 23%. Опасности для живых организмов кислород газообразный не представляет.

Кислород жидкий — жидкость голубого цвета, имеет умеренно криогенные свойства с точкой замерзания  $-222,65^{\circ}\text{C}$  и точкой кипения  $-182,96^{\circ}\text{C}$ , без запаха, не пожаровзрывоопасна, не горюча, но является сильным окислителем. Пропитанные жидким кислородом горючие пористые материалы (асфальт, пенополистирол, пенополиуретан, дерево, одежда и др.) образуют пожароопасные вещества — оксидквнты. Кислород жидкий представляет опасность для живых организмов. Попадание жидкого кислорода на открытые участки тела вызывает обморожение, а также поражение слизистой оболочки глаз.

Сами по себе воздух с повышенным объемом долей кислорода (более 23%) и чистый кислород не токсичны и не способны гореть и взрываться. Но так как кислород является активным окислителем, большинство веществ и материалов в среде кислорода или в среде с высоким содержанием кислорода образуют

физико-химические системы с повышенной взрыво- и пожароопасностью. Энергия, необходимая для поджигания материалов в среде кислорода, во много раз меньше энергии, требуемой, для поджигания в среде воздуха в тех же условиях. И поэтому инициаторами возгорания многих материалов в среде кислорода могут быть безопасные в других условиях причины: курение, разряд электричества, разряд статического электричества, нагрев механических частиц при трении и т.д. Многие материалы, которые не способны к горению на воздухе, такие как листовая сталь, стальные трубы и т.п., горят в кислороде. Способность материалов к возгоранию возрастает при повышении давления и температуры кислорода.

Работа с кислородом сопряжена со следующими опасностями:

возгорание оборудования, трубопроводов и арматуры, работающих с кислородом или воздухом с повышенным содержанием кислорода;

— возгорание одежды и волосных покровов обслуживающего персонала, находящегося в среде газообразного кислорода или воздуха с повышенным содержанием кислорода;

— взрыв углеводородов и других взрывоопасных примесей при превышении их содержания в жидком кислороде;

— взрыв при пропитке жидким кислородом пористых органических материалов (асфальт, пенопласт, дерево и т.п.);

— конструкционные и уплотнительные неметаллические материалы (фибра, капрон, поликарбонат, резина на основе натуральных каучуков и т.д.) могут легко воспламениться в кислороде высокого давления при выявлении источника зажигания.

При воспламенении одежды необходимо немедленно окунуться в ванну с водой или встать под аварийный душ. В случае отсутствия воды одежда должна быть сброшена немедленно или сорвана с пострадавшего. Одежда, пропитанная кислородом, некоторое время может гореть и без доступа кислорода, поэтому сбивать пламя или закутывать пострадавшего в кошму не следует.

**Использование кислорода в лечебно-профилактических учреждениях.** Трудно представить современную больницу, госпиталь или другое лечебное учреждение оказания медицинской помощи в условиях стационара без единой системы кислородоснабжения.

Подводка кислорода предусматривается в следующие специализированные помещения:

- операционные;
- наркозные;
- реанимационные залы;
- помещения барокамер;
- предродовые, родовые и послеродовые палаты;
- послеоперационные палаты;
- палаты интенсивной терапии (в том числе детские и для новорожденных);
- перевязочные;
- процедурные отделения;
- помещения забора крови;
- процедурные эндоскопии и ангиографии;
- палаты на 1 и 2 койки всех отделений, кроме психиатрических;
- палаты для новорожденных;
- палаты для недоношенных детей.

Подводка кислорода может предусматриваться и в иные помещения в соответствии с технологическим заданием, в этом случае в нем указывается расход кислорода для этих помещений. Расход кислорода определяется в соответствии с официально утвержденной методикой расчета и не может быть меньше заданных параметров. В настоящей статье, во избежание информационного перенасыщения, данные расчеты опущены. Определенным исключением из общей схемы является расчет потребления медицинского кислорода в полевых госпиталях, где количество коек в палатах может увеличиваться в зависимости от складывающейся медицинской ситуации. Однако этот аспект также учитывается при планировании оснащения полевого госпиталя медицинским имуществом путем принятия за расчетную величину обслуживаемого фонда максимально возможное к разворачиванию количество профильных коек.

**Пути решения вопроса поставки медицинского кислорода к конечной точке потребления.** Источником кислородоснабжения может быть центральный кислородный пункт, кислородно — газификационная станция или концентратор кислорода медицинский адсорбционный (далее — концентратор кислорода). Кроме указанных источников кислородоснабжения также применяется кислородная рампа, которая используется в медицинских организациях в качестве:

- основного источника при небольшой потребности организации в кислороде (при этом

суммарная емкость баллонов должна обеспечивать запас кислорода для работы организации не менее 3 суток);

- резервного (аварийного) источника в дополнение к основному источнику кислорода (КГС или центральный кислородный пункт), при наличии в организации операционного или реанимационного блока.

Ниже приводятся основные требования к размещению и оборудованию, а также реальные производственные проблемы при эксплуатации всех указанных основных источников кислородоснабжения.

**Центральный кислородный пункт.** Центральный кислородный пункт может размещаться в пристенных негоряемых шкафах, одноэтажных пристройках или в отдельно стоящих зданиях (рис. 1).



**Рис. 1.** Центральный кислородный пункт  
**Fig. 1.** Central oxygen point

В пристенных негоряемых шкафах и одноэтажных пристройках размещается не более 10 баллонов гидравлической емкостью 40 литров с давлением газа 150 атм.

Пристенные шкафы размещаются на площадках с отметкой 1,2 м от уровня земли. Пол одноэтажных пристроек располагается на том же уровне.

При количестве баллонов более 10 штук или реципиентов гидравлической емкостью 200 и 400 литров с давлением газа 150 атмосфер они размещаются в отдельно стоящем здании с отоплением (с температурой не ниже +5° С) с железобетонными или кирпичными стенами без оконных проемов, имеющем непосредственный выход наружу. При проектировании и строительстве кислородного пункта должны применяться строительные материалы с пара-

метрами не менее указанных ниже: толщина железобетонных стен 100 мм (бетон марки 150, с армированием 0,1%); толщина кирпичных стен 380 мм (кирпич марки 75, раствор марки 25).

Приемная площадка и пол здания располагаются на отметке 1,2 м от уровня земли. Баллоны размещаются в контейнерах по 8 штук или в клетках для хранения по 20 штук. Возможен вариант расположения в здании реципиентов и баллонов одновременно. Подача кислорода в наружную сеть осуществляется от рампы для баллонов с кислородом или узла управления при установке реципиентов. Устанавливаются две группы рампы с баллонами кислорода или реципиентов — одна рабочая, другая резервная. Центральный кислородный пункт снабжается средствами механизации для разгрузки и размещения баллонов. Хранение порожних и наполненных баллонов должно предусматриваться отдельно. Баллоны должны быть установлены в вертикальном положении и закреплены приспособлениями, предохраняющими их от падения.

Центральные кислородные пункты следует размещать на расстоянии не менее 12 м от зданий и сооружений. Пол помещения кислородного пункта должен иметь бетонное покрытие<sup>1</sup>.

При организации и эксплуатации центрального кислородного пункта в лечебно-профилактическом учреждении необходимо учитывать следующие факторы производственных и финансовых рисков:

- высокая пожароопасность объекта;
- постоянная зависимость лечебного учреждения от организации, занимающейся заправкой баллонов кислородом; постоянно возрастающая стоимость кислорода, в регионах с монополизированным рынком медицинских газов цена поставляемого кислорода может превышать среднерыночные стоимостные показатели на 400–500%;
- постоянная замена, подвоз и разгрузка/погрузка баллонов весом 70 кг; выделение для решения этих вопросов сотрудников лечебного учреждения, прошедших специальную подготовку и имеющих допуск к работе;
- значительные расходы на покупку и доставку баллонов в лечебное учреждение специальным транспортом (передний выброс выхлопных газов и т.д.);

— обслуживание баллонов проводится только сертифицированным персоналом лечебного учреждения;

— при увеличении коечного фонда и расширении перечня медицинских услуг увеличение количества баллонов, необходимых для снабжения лечебного учреждения кислородом, нередко создают производственные проблемы с их размещением в соответствии с требованиями существующих правил и норм;

— со временем появляется потребность в переосвидетельствовании или приобретении новых газовых баллонов.

Кислородно-газификационная станция. Кислородно-газификационная станция располагается на открытой площадке под навесом с соответствующим ограждением, исключающим доступ посторонних людей.<sup>2</sup>

Кислородно-газификационная станция (КГС) рассчитана на привоз жидкого кислорода и представляет собой холодные криогенные сосуды, предназначенные для хранения и газификации жидкого кислорода (рис. 2). КГС со-



Рис. 2. Кислородно-газификационная станция  
Fig. 2. Oxygen gasification station

стоит из резервуара для хранения и выдачи жидкого продукта и испарителей, служащих для газификации жидкого кислорода и выдачи газа потребителю. КГС рассчитана на привоз жидкого кислорода в автозаправщиках и должна располагаться на открытой освещенной площадке, выполненной из бетона или других неорганических материалов (применение асфальта запрещается) с соответствующим ограждением (высотой не менее 1,6 м), исключающим доступ посторонних людей. Для

<sup>1</sup> СП 158.13330.2014 Здания и помещения медицинских организаций. Правила проектирования.

<sup>2</sup> СП 158.13330.2014 Здания и помещения медицинских организаций. Правила проектирования.

устройства ограждения разрешается применять металлическую сетку.

Расстояние от зданий медицинских организаций не ниже III степени огнестойкости до резервуаров КГС (с суммарным количеством жидкости в резервуарах не более 16 т) должно составлять не менее 9 м. Допускается устанавливать резервуары с жидким кислородом с суммарным количеством жидкости не более 16 т у глухих участков стен зданий медицинских организаций, при этом расстояние до окон или проемов должно быть не менее 9 м.

Расстояние от расположенных вне зданий резервуаров с жидким кислородом с количеством жидкости 10 т и более до наружных взрывопожароопасных установок, а также до открытых электроустановок с масляным заполнением должно составлять не менее 20 м.

Расстояние от границ площадок для резервуаров с жидким кислородом до трапов ливневой канализации, приемков и подвалов должно быть не менее 10 м. Трапы ливневой канализации, приемки и подвалы, расположенные за пределами площадок с сосудами и сливноналивными устройствами на расстоянии менее 10 м, должны иметь бетонное ограждение (порог) высотой не менее 0,2 м со стороны, обращенной к площадке, и выступать за габариты ограждаемых объектов не менее чем на 1 м. Размеры площадки должны выступать за габариты резервуаров и разъемного соединения сливноналивного устройства не менее чем на 2 м. Сброс кислорода из предохранительных устройств газификаторов постоянного давления допускается производить не ниже 3 м от уровня земли<sup>1</sup>.

Кислородно-газификационные станции должны иметь емкости, обеспечивающие запас кислорода не менее чем на 5 суток.

При организации и эксплуатации кислородно-газификационной станции в лечебно-профилактическом учреждении необходимо учитывать следующие факторы производственных и финансовых рисков:

1) крайне высокую пожаро- и взрывоопасность объекта. При контакте жидкого кислорода с мелкопористыми структурами (пенопласт, асфальт) происходит взрыв;

2) сложная нормативно-правовая база по обустройству и эксплуатации объекта. Большой

объем документооборота по лицензированию станции со стороны Ростехнадзора, Росздавнадзора, проверки пожарных и Роспотребнадзора. Регулярные финансовые затраты по дорогостоящей процедуре обслуживания и проверки объекта (сосуд, работающий под давлением);

3) кислородно-газификационные станции нуждаются в постоянной заправке, сохраняется зависимость от поставщиков жидкого кислорода, то есть наблюдаются проблемы, аналогичные возникающим при эксплуатации центрального кислородного пункта, снабжаемого «баллонным» кислородом;

4) около 10% кислорода, сливаемого в газификаторы при их заправке, теряется путем испарения.

**Кислородный концентратор.** Кислородный концентратор — установка, позволяющая выделять кислород из окружающего воздуха, используя процесс адсорбции. Кислородный концентратор позволяет получать на выходе кислород чистотой ( $93 \pm 3$ ) % и с давлением на выходе до 0,8 МПа.

С сентября 2013 г. в соответствии с ГОСТ Р 10083–2011, воздух, обогащенный по кислороду до концентрации не менее 90%, разрешен к использованию в медицинской практике наряду с медицинским кислородом<sup>2</sup>.

Кислородный концентратор монтируется либо в помещении лечебно-профилактического учреждения, либо в специальном блок-контейнере.

Кислородные концентраторы малой производительности (до 100 л/мин), применяемые в качестве основного источника при небольшой потребности организации в кислороде, могут размещаться внутри здания (в отдельном помещении с оконными проемами, располагаемом с учетом мест максимального потребления, на первом и вышележащих этажах).

Кислородные концентраторы производительностью свыше 100 л/мин, применяемые при большой потребности организации в кислороде, следует устанавливать вне здания в специальных контейнерах (рис. 3), которые должны соответствовать следующим требованиям:

— иметь систему удаленного управления и контроля;

— иметь систему принудительной вентиляции;

<sup>1</sup> СП 158.13330.2014 Здания и помещения медицинских организаций. Правила проектирования.

<sup>2</sup> ГОСТ Р ИСО 10083–2011.

- иметь систему кондиционирования и отопления (при расчете работы установленного внутри контейнера оборудования в климатическом диапазоне от  $-50$  до  $+45^{\circ}\text{C}$ );
- иметь автоматическую систему пожарной сигнализации и пожаротушения;
- иметь систему рекуперации тепла воздушного компрессора;
- иметь систему освещения.
- отопления или кондиционирования.



**Рис. 3.** Кислородный концентратор (а), контейнер (б)  
**Fig. 3.** Oxygen concentrator (a), container (b)

Расстояние от зданий медицинских организаций до контейнеров с установками кислородных концентраторов не нормируется.

Современный опыт показывает, что газообразный кислород наиболее целесообразно получать непосредственно на месте использования с помощью компактных, экономичных установок, работающих по циклу короткоциклового безнагревной адсорбции (метод КБА). Отличительные особенности метода КБА отражены в его названии. Это, во-первых, короткий цикл, составляющий от нескольких секунд до двух-трех минут. Во-вторых, в процессах КБА не используется искусственный нагрев или охлаждение какого-либо компонента уста-

новки. Поэтому процессы протекают при температуре, близкой к температуре окружающей среды. В состав установки кислородного концентратора входят: воздушный компрессор, блок подготовки сжатого воздуха для генератора кислорода (фильтры, осушитель сжатого воздуха), генератор кислорода, воздушный и кислородный ресиверы, блок управления. Установки в контейнерах могут быть укомплектованы станциями заправки производимого кислорода в баллоны, которые могут использоваться как резервные источники кислорода.

Установка по производству кислорода состоит из следующих компонентов: винтовой компрессор, система фильтров для очистки воздуха от масла, осушитель воздуха, собственно концентратор кислорода и кислородный ресивер. Работает установка так: компрессор сжимает воздух до давления 6–8 атмосфер. Воздух очищается от масла, осушается, проходит через воздушный ресивер и далее поступает на разделение в концентратор кислорода.

Основные составляющие концентратора — это два цилиндрических сосуда (адсорбера), заполненных молекулярным ситом (МС). МС обладает уникальной микропористой структурой и способно поглощать (адсорбировать) газы, в том числе азот и кислород. Но МС поглощает азот и кислород в разной степени (кислород меньше, чем азот). На этом и основан принцип разделения воздуха методом КБА (рис. 4).

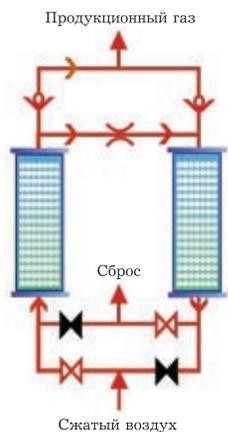
Извлеченный из воздуха чистый газообразный кислород накапливается в ресивере, проходит стерилизационный фильтр и затем используется для непосредственного применения.

Для получения кислорода под повышенным давлением используют кислородный дожимающий компрессор, который сжимает кислород до давления 150 бар (15 МПа) и подает его через баллонную рампу в кислородные баллоны.

Все оборудование монтируется либо в помещении ЛПУ, либо в специальном блок-контейнере (рис. 5).

В приведенной таблице показана производительность рассматриваемых моделей оборудования, что позволяет сделать выбор кислородного концентратора применительно к реальным потребностям лечебно-профилактического учреждения.

Основные преимущества получения кислорода методом КБА для нужд лечебно-профилактических учреждений в сравнении с подачей кислорода из центрального кислородного



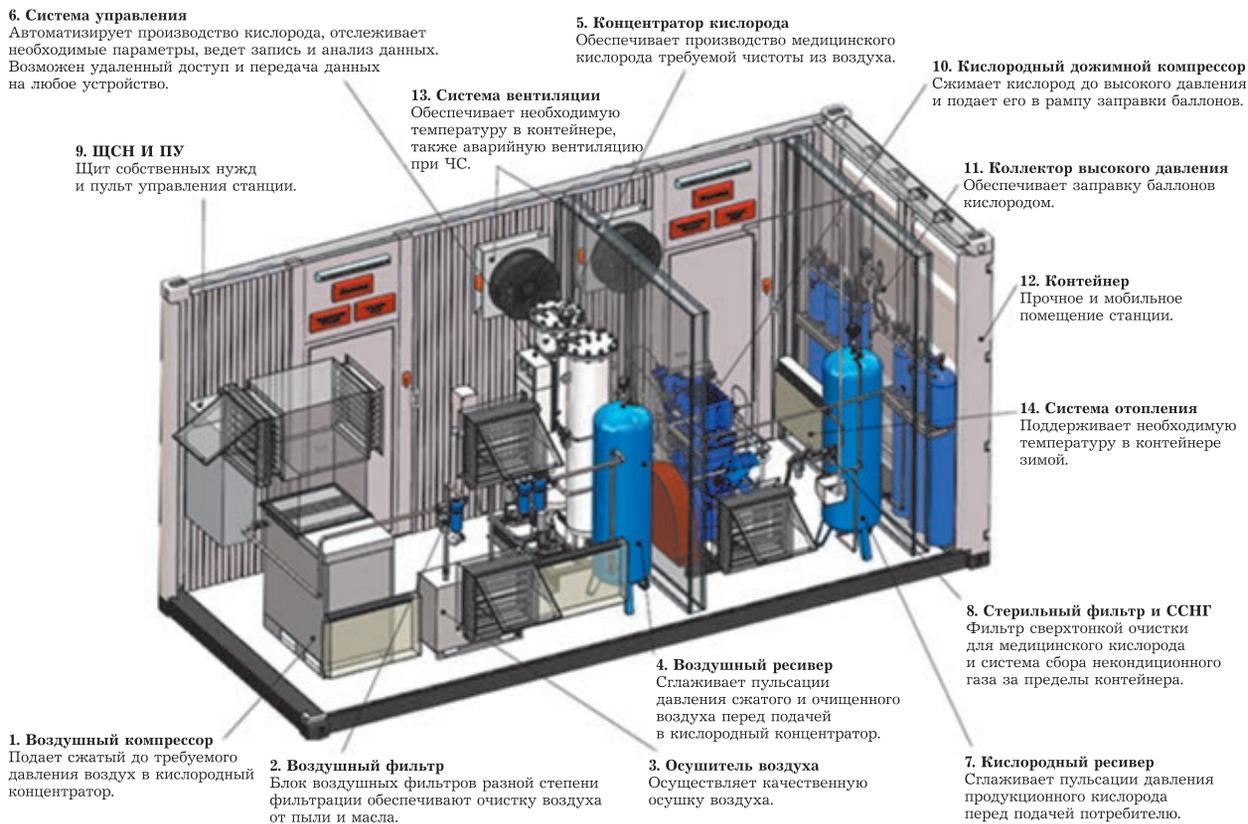
**Рис. 4.** Принцип разделения воздуха методом короткоциклового безнагревной адсорбции  
**Fig. 4.** The principle of air separation by short-cycle adsorption method

органах. Потребитель на выходе получает сертифицированный кислород согласно ГОСТ Р ИСО 10083–2011, допускается его применение в аппаратах ИВЛ и барокамерах;

3) малое время выхода на рабочий режим концентратора кислорода, составляющее от 5 до 20 минут в зависимости от производительности концентратора. В любой момент концентратор может быть выключен и вновь включен;

4) простота технического обслуживания. Техническое обслуживание заключается в периодической замене масла в компрессоре и замене картриджей в фильтрах очистки воздуха;

5) экономия денежных средств из-за низкой стоимости получаемого кислорода. Основные затраты энергии связаны со сжатием воздуха в компрессоре и его осушкой. Себестоимость



**Рис. 5.** Модельный ряд концентраторов кислорода производства ООО «проВита» (Санкт-Петербург)  
**Fig. 5.** Model range of oxygen concentrators produced by LLC ProVita (St. Petersburg)

пункта и кислородно-газификационной станции:

1) полная автоматизация процесса получения кислорода. Установка не требует постоянного присутствия обслуживающего персонала, что существенно облегчает кадровую работу;

2) оборудование не подлежит регистрации в Ростехнадзоре и других контролирующих

одного кубометра кислорода в настоящее время составляет не более 4–6 рублей, энергоэффективность 1,05 кВт/час на 1 м<sup>3</sup> газа;

6) безопасность. Давление воздуха в установке и кислорода не превышает 8 бар. Оборудование работает без создания низких температур, отсутствие сжиженных продуктов, процесс адсорбции протекает при низком давлении;

Таблица

## Производительность оборудования

Table

## Equipment performance

Наименование	Производительность		Давление, бар	Концентрация кислорода
	л/мин	м <sup>3</sup> /ч		
Провита 30 МС	30	1,8	4,5–6,0	94±1%
Провита 50 МС	50	3,0	4,5–6,0	94±1%
Провита 100 МС	100	6,0	4,5–6,0	94±1%
Провита 140 МС	140	8,4	4,5–6,0	94±1%
Провита 180 МС	180	10,8	4,5–6,0	94±1%
Провита 200 МС	200	12,0	4,5–6,0	94±1%
Провита 230 М	230	13,8	4,5–6,0	94±1%
Провита 250 М	250	15,0	4,5–6,0	94±1%
Провита 290 М	290	17,4	4,5–6,0	94±1%
Провита 330 М	330	19,8	4,5–6,0	94±1%
Провита 400 М	400	24,0	4,5–6,0	94±1%
Провита 460 М	460	27,6	4,5–6,0	94±1%

7) возможность подсоединения к существующей внутренней разводке кислородоподачи медицинского учреждения. Возможность демонтажа и переноса на новое место установки;

8) при оборудовании комплекса установки автономным источником энергопитания возможность снабжения кислородом лечебного учреждения в условиях труднодоступных районов, районов Арктики и Крайнего Севера. Возможность применения данного оборудования при разворачивании полевых госпиталей.

Таким образом, мы видим, что в настоящее время создано оборудование, которое обеспечивает автономное обеспечение кислородом медицинского учреждения, при этом имея

такие немаловажные качества, как простоту в эксплуатации и обслуживании. Данное техническое решение в первую очередь основывалось на пожеланиях инженеров и техников медицинских учреждений. Надеемся, что изложенная в статье информация заинтересует руководителей лечебно-профилактических учреждений и специалистов в области организации здравоохранения. ООО «НИАРМЕДИК ПЛЮС», как официальный представитель производителя концентраторов кислорода ООО «проВита», готово осуществить поставку данного оборудования в любую географическую точку Российской Федерации и гарантировать его бесперебойную работу.

## Литература/References

1. Медведовский В. *Кислород*. М.— Л.: Детгиз, 1953. 126 с. [Medvedovskij V. *Kislород*. Moscow — Leningrad: Izdatel'stvo Detgiz, 1953, 126 p. (In Russ.)].
2. Мирошниченко Ю.В., Еникеева Р.А., Перфильев А.Б., Кассу Е.М. Стандартизация кислорода медицинского в России и за рубежом // *Вестник Российской Военно-медицинской академии*. 2016. № 1 (53). С. 203–206. [Miroshnicenko Yu.V., Enikeeva R.A., Perfil'ev A.B., Kassu E.M. Standartizaciya kisloroda medicinskogo v Rossii i za rubezhom. *Vestnik Rossijskoj Voенno-medicinskoj akademii*. Voенno-medicinskaya akademiya im. S. M. Kirova, 2016, No 1 (53), pp. 203–206 (In Russ.)].

Поступила в редакцию / Received by the Editor: 04.10.2018 г.

Контакт: Власенко Павел Олегович, [Pavel.Vlasenko@nearmedic.ru](mailto:Pavel.Vlasenko@nearmedic.ru)

## Сведения об авторах:

Власенко Павел Олегович — руководитель Департамента специальных заказов ООО «НИАРМЕДИК ПЛЮС»; 125252, Москва, ул. Авиаконструктора Микояна, д. 12, корп. А; тел. 8 (495) 741-49-89; e-mail: [Pavel.Vlasenko@nearmedic.ru](mailto:Pavel.Vlasenko@nearmedic.ru);  
Серяков Дмитрий Николаевич — инженер коммерческого отдела ООО «проВита», 199106, Санкт-Петербург, 24 линия Васильевского острова, д. 3–7, тел.: 8 (812) 334-56-38 (104), e-mail: [d.seryakov@provita.ru](mailto:d.seryakov@provita.ru).