

РЕГУЛЯТОРЫ AQUA LUNG КАК ОНИ УСТРОЕНЫ

DIVETEK И КОМПАНИЯ ТETIC ПРОДОЛЖАЮТ ЦИКЛ СТАТЕЙ «Поговорим о регуляторах»

Вторая ступень регулятора (в отечественной литературе – дыхательный автомат) предназначена для редуцирования давления воздуха, выходящего из первой ступени регулятора (в отечественной литературе – редуктора), до давления окружающей среды.

Дыхательные автоматы можно разделить на две группы – с поточным и протivotочным механизмом клапана.

Конструкция дыхательных автоматов протivotочного типа такова, что клапан закрывается потоком воздуха, идущего из первой ступени. Очевидны недостатки такой конструкции. В случае неисправности первой ступени и при нарастании промежуточного давления шланг может разорваться или воздух может ворваться на вдох под высоким давлением. Чтобы исключить подобные ситуации, в первую ступень таких регуляторов встраивали предохранительный клапан. Так устроены, например, регуляторы АВМ-1М, АВМ-5, а также регуляторы Aqua Lung, выпускавшиеся в 50 – 60-х годах прошлого столетия.

подавляющее большинство производимых сегодня дыхательных автоматов имеют механизм клапана поточного типа. Это означает, что клапан открывается потоком воздуха, движущегося из первой ступени. Это очень важное свойство, так как давление воздуха, входящего во вторую ступень (установочное), помогает открыть клапан. Кроме того, в случае неисправности первой ступени нарастающее промежуточное давление воздуха не повредит шланг или вторую ступень. Вместо этого нарастающий поток воздуха откроет клапан, и регулятор встанет на свободную подачу, продолжая вместе с тем обеспечивать подачу воздуха дайверу.

ЛИРИЧЕСКОЕ ОТСТУПЛЕНИЕ

Обратите внимание, что в случае «травления» дыхательного автомата кажущаяся неисправность второй ступени на самом деле вызвана неисправностью первой ступени. Часто владельцы регуляторов, у которых вторая ступень встает на свободную подачу, не догадываясь об истинных причинах неправильной работы второй ступени, откручивают дыхательный

автомат и приносят его в сервисный центр для устранения неисправностей. Конечно, бывает и так, что причина свободной подачи кроется в неисправности самого дыхательного автомата. В любом случае, обращаясь в сервисный центр, несите туда регулятор в сборе.

Все современные модели регуляторов Aqua Lung оснащены дыхательными автоматами поточного типа. Они делятся на две категории – сбалансированные и несбалансированные. Рассмотрим подробнее устройство и работу дыхательных автоматов Aqua Lung.

CALYPSO

По принципу работы все дыхательные автоматы очень похожи. Рассмотрим устройство и работу дыхательных автоматов на примере регулятора Aqua Lung CALYPSO (рис. 1). Это простейший несбалансированный дыхательный автомат в линейке регуляторов Aqua Lung – базовая конструкция, рассмотрев которую, можно будет легче понять преимущества более продвинутых моделей.

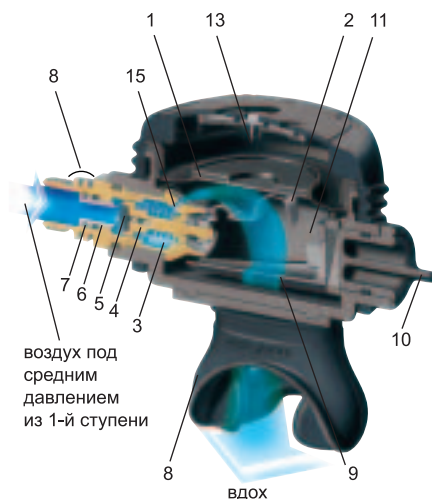


РИСУНОК 1. Схема дыхательного автомата CALYPSO.

1 – мембрана; 2 – рычаг; 3 – пружина; 4 – шток клапана; 5 – подушка клапана; 6 – седло клапана; 7 – O-ринг; 8 – теплообменник; 9 – заслонка Вентури; 10 – рычаг регулировки Вентури; 11 – воздушная камера; 12 – водная камера; 13 – отверстие в корпусе клапана

МЕМБРАНА ДЫХАТЕЛЬНЫХ АВТОМАТОВ

Управляющим элементом всех известных дыхательных автоматов является мембрана (1). Она разделяет корпус дыхательного автомата на две камеры – воздушную (11) и водную (12). В воздушной камере всегда поддерживается давление, равное давлению окружающей среды, т.е. давлению в водной камере. Именно при таком давлении мы можем сделать вдох. Вдох мы делаем из воздушной камеры (11). В нее же мы и выдыхаем. Поэтому при выдохе происходит автоматическое выравнивание давления по обе стороны мембраны – воздушная камера наполняется выдыхаемым воздухом до давления «за бортом», а излишки воздуха стравливаются через односторонний лепестковый клапан выдоха.

Если мы представим себе гипотетическую ситуацию, когда мы задерживаем дыхание на поверхности и при этом погружаемся, то с глубиной под давлением воды мембрана прогибается вниз – в воздушную камеру, надавливая на рычаг (2). Рычаг открывает клапан, и воздух из первой ступени под давлением поступает в воздушную камеру дыхательного автомата. Поступление воздуха продолжается до тех пор, пока давление в воздушной камере (11) не увеличится и не станет равным давлению воды, тогда мембрана (1) вернется в исходное положение и клапан закроется. Таким образом, в воздушной камере дыхательного автомата все равно будет поддерживаться давление, равное давлению окружающей среды, и регулятор будет наготове, чтобы мы смогли сделать вдох.

При совершении вдоха в воздушной камере (11) дыхательного автомата CALYPSO происходит разрежение, в результате чего мембрана (1) прогибается вниз и надавливает на рычаг (2). Рычаг, соединенный со штоком клапана (4), преодолевая усилие пружины (3), отводит клапан, на торце которого закреплена сменная подушка клапана (5), от седла клапана (6). Через открытый клапан и отверстие (13) воздух устремляется в воздушную камеру дыхательного автомата (11), и через нее – на вдох.

При прекращении вдоха и с началом выдоха воздух заполняет камеру (11) до

давления окружающей среды, и мембрана (1) возвращается в исходное положение, а клапан под воздействием пружины (3) закрывается. Излишки выдыхаемого воздуха выходят через односторонний лепестковый клапан, расположенный в нижней части воздушной камеры дыхательного автомата. Его прикрывает дефлектор (рис. 1а), который защищает клапан от внешнего воздействия, а также отводит пузырьки выдыхаемого воздуха. Кстати, дефлектор у нового CALYPSO – это тоже новинка. Он имеет ячеистую структуру, в результате чего выдыхаемый воздух рассекается на мелкие пузырьки и не создает значительного шума. Вероятно, такими дефлекторами в скором времени будут оснащены все регуляторы Aqua Lung.

Дыхательный автомат регулятора CALYPSO оснащен системой регулировки Вентури с очень удобным переключателем (10), расположенным сбоку корпуса дыхательного автомата. Переключение можно легко производить даже при надетых толстых перчатках.



РИСУНОК 1А.
Дефлектор дыхательного автомата CALYPSO

ЭФФЕКТ ВЕНТУРИ

Отдельного рассмотрения требует эффект инжекции потока (эффект Вентури). Эффект Вентури является следствием закона Бернулли, согласно которому давление газа или жидкости обратно пропорционально скорости их движения. На уроках физики многим из нас демонстрировали действие этого закона. Возьмите лист бумаги формата А4, согните и разорвите его вдоль пополам. Затем, удерживая параллельно две образовавшиеся полоски бумаги на расстоянии 5-10 см друг от друга, подуйте сквозь образовавшийся канал. Вместо ожидаемого расхождения, полоски сомкнутся. Происходит это из-за того, что давление воздуха, движущегося между полосками, понижается по сравнению с давлением воздуха с внешней стороны полосок.

Точно также ведет себя мембрана дыхательного автомата в фазе вдоха, т.е. когда клапан второй ступени уже открыт. Поток воздуха, движущийся в воздушной камере дыхательного автомата, име-

ет меньшее давление по сравнению с давлением с внешней стороны мембраны, в результате чего мембрана еще больше прогибается внутрь воздушной камеры – происходит самопроизвольная инжекция воздуха. Это продолжается до тех пор, пока поток воздуха не прекращается, и мы не начинаем совершать выдох. Т.е. по сути, этот эффект помогает нам на фазе вдоха.

Все дыхательные автоматы Aqua Lung оснащены системой регулировки инжекции (Вентури). Эта система представляет собой заслонку (9 на рис. 1 и рис. 3), которая перенаправляет поток воздуха внутри воздушной камеры дыхательного автомата. Иногда переключатель Вентури называют Dive/Pre-Dive Switch, т.е. переключатель режимов «до погружения»/«погружение». В положении «максимум» (рис. 3) канал полностью открыт для потока воздуха, т.е. инжекция задействована по максимуму. Если, например, при открытом вентиле баллона нажать на кнопку принудительной подачи воздуха, то дыхательный автомат весьма шумно встанет на постоянную подачу, даже если Вы перестанете нажимать на кнопку. Остановить свободную подачу Вы сможете либо прикрыв ладонью загубник, либо переведя переключатель Вентури в положение «минимум» (рис. 3а). Поэтому, чтобы избежать возможной свободной подачи воздуха регулятором при входе в воду, когда существует вероятность случайного нажатия кнопки принудительной подачи в результате удара о воду, переключатель Вентури перед началом погружения переводят в положение «минимум» (Pre-Dive). Оказавшись под водой, переключатель можно перевести в положение «максимум» (Dive), чтобы дышалось легче.

АДИАБАТИЧЕСКОЕ РАСШИРЕНИЕ ГАЗА

Как известно, согласно закону Гей-Люссака, в точке адиабатического расширения газа (расширение газа в результате перепада с большего давления на меньшее) происходит резкое падение температуры газа. Кстати, Вы можете наблюдать это явление, открыв вентиль баллона без присоединенного к нему регулятора – очень быстро верхняя часть баллона покрывается инеем. Верно и обратное – при адиабатическом сжатии газа происходит повышение его температуры. Поэтому при «забывании» баллона воздухом из компрессора баллон нагревается.

В дыхательном автомате в точке выхода воздуха из клапана (назовем ее «точкой холода») температура воздуха понижается примерно до -30°C . Так как мы выдыхаем влажный воздух, то в точке крепления рычага к штоку клапана, где температура низкая, конденсируется влага, которая может превратиться в лед и вызвать заклинивание рычага, что, в свою очередь, может нарушить работу дыха-

тельного автомата – он может встать на свободную подачу. Поэтому конструкторам регуляторов приходится так или иначе решать проблему обмерзания дыхательных автоматов. Наиболее продвинутым в этом плане является дыхательный автомат Aqua Lung GLACIA (см. ниже), предназначенный для экстремально холодных погружений.

Для обеспечения устойчивости к обмерзанию дыхательный автомат CALYPSO оснащен теплообменником (8), который передает тепло воды в «точку холода» и на металлические детали механизма клапана, предотвращая образование кристаллов льда на металлических поверхностях. В то же время рычаг (2) имеет тефлоновое покрытие, также препятствуя образованию кристаллов льда на нем. Необходимо отметить, что теплообменники дыхательных автоматов являются изобретением компании Aqua Lung и запатентованы ею.

Помимо регулятора CALYPSO такой же дыхательный автомат стоит на регуляторе TITAN. Октопус CALYPSO/TITAN имеет идентичную конструкцию. Все эти дыхательные автоматы отличаются только дизайном крышки.

ABS

На базе дыхательного автомата регулятора CALYPSO был создан октопус ABS (рис. 2). Механизм клапана в нем абсолютно идентичен CALYPSO, но октопус имеет ряд конструктивных преимуществ именно с точки зрения его использования в качестве запасного дыхательного автомата. Это компактный низкопрофильный дыхательный автомат. Угол между осью загубника и осью шланга составляет 120° , а двоярный клапан выдоха имеет боковое расположение. В случае необходимости октопус ABS удобно передавать напарнику справа и слева – угол 120° для этого идеален, а также переворачивать его вверх-вниз – боковое расположение клапана выдоха обеспечивает свободное дыхание при любом положении октопуса.

GLACIA

Дыхательный автомат GLACIA (рис. 3) относится к несбалансированному типу дыхательных автоматов. На сегодняшний



РИСУНОК 2. Октопус ABS

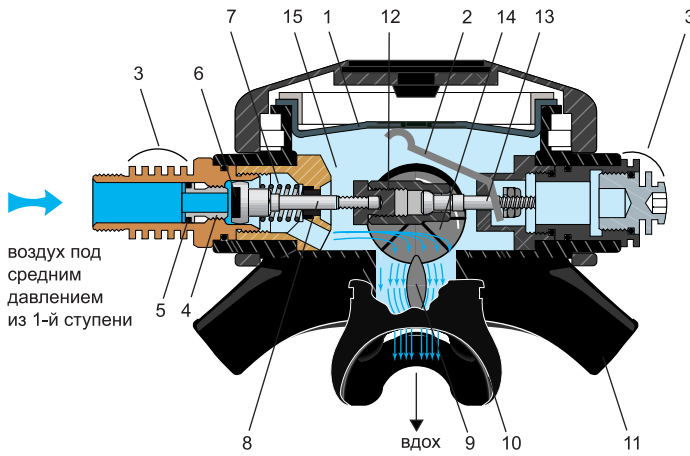


РИСУНОК 3. Схема дыхательного автомата GLACIA.

1 – мембрана; 2 – рычаг; 3 – теплообменники; 4 – седло клапана; 5 – O-ринг; 6 – подушка клапана; 7 – пружина; 8 – шток клапана; 9 – заслонка Вентури; 10 – загубник; 11 – дефлектор; 12 – термоизолятор; 13 – шток; 14 – клапан выдоха; 15 – воздушная камера

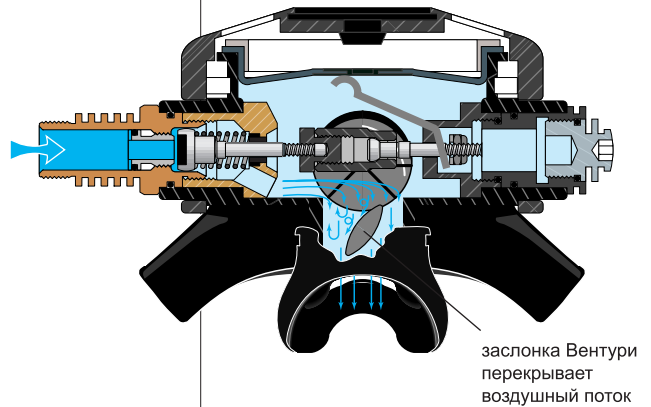


РИСУНОК 3А. Схема дыхательного автомата GLACIA

заслонка Вентури перекрывает воздушный поток

день это самый устойчивый к обмерзанию дыхательный автомат. Его устанавливают на редукторы TITAN и COUSTEAU. Также этот дыхательный автомат представлен отдельно в виде октопуса GLACIA. Что же обеспечивает высокую устойчивость GLACIA к обмерзанию?

На рисунке 3 видно, что точка крепления рычага перенесена в сторону, противоположную «точке холода», т.е. выходу воздуха из клапана. Более того, шток клапана состоит из трех частей (8, 12, 13). Средняя часть представляет собой пластиковую втулку (12), выполняющую функцию термоизолятора. Таким образом, низкая температура воздуха из «точки холода» не передается на рычаг (2). Сам рычаг имеет тефлоновое покрытие, которое также препятствует образованию кристаллов льда на рычаге. Дыхательный автомат GLACIA имеет мощные теплообменники (3), которые передают тепло воды на металлические детали механизма клапана, также предотвращая образование кристаллов льда на металлических поверхностях. Все это вместе обеспечивает исключительную устойчивость дыхательного автомата GLACIA к обмерзанию.

ЛИРИЧЕСКОЕ ОТСТУПЛЕНИЕ – 2

Необмерзающих регуляторов не бывает! Любой регулятор может замерзнуть при наличии в нем влаги. Можно говорить только об устойчивости регулятора к обмерзанию. Разговоры типа «А вот мой регулятор (проставьте название модели Вашего регулятора) ва-а-ще нигде и ни при каких обстоятельствах не мерзнет, а у моего соседа регулятор (проставьте название модели регулятора Вашего соседа) мерзнет всегда, даже в бассейне с температурой воды 30°» – несостоятельны. Они означают только одно – Вы хорошо следите за состоянием своего регулятора, а Ваш сосед – нет. В подавляющем большинстве случаев обмерзание регулятора

вызвано наличием влаги внутри регулятора, что, в свою очередь, вызвано неправильной его эксплуатацией, хранением или уходом за ним. Продувка регулятора сжатым воздухом сразу после погружения, промывание и даже хранение регулятора при неплотно прикрученной заглушке YOKE или DIN-подсоединения, нажатие кнопки принудительной подачи воздуха при промывке регулятора – вот типичные ошибки, которые приводят к попаданию влаги внутрь регулятора. Также влага может проникнуть в регулятор из баллона, где сжатый воздух не осушен. Но это уже не Ваша вина, т.к. о состоянии баллонов и компрессора должен заботиться дайв-центр. А по большому счету, даже старый добрый Калипсо, если он сух, может без проблем работать подо льдом!

Работает дыхательный автомат GLACIA следующим образом. При совершении вдоха в воздушной камере (15) происходит разрежение, в результате чего мембрана (1) прогибается вниз и надавливает на рычаг (2). Рычаг, соединенный со штоком клапана (8) через шток (13) и термоизолятор (12), преодолевая усилие пружины (7), отводит клапан, на торце которого закреплена сменная подушка клапана (6), от седла клапана (4). Через открытый клапан воздух устремляется в воздушную камеру дыхательного автомата (15) и через нее – на вдох. При прекращении вдоха и с началом выдоха воздух заполняет камеру (15) до давления окружающей среды, и мембрана (1) возвращается в исходное положение, а клапан под воздействием пружины (7) закрывается. Излишки выдыхаемого воздуха выходят через односторонний лепестковый клапан (14), расположенный в нижней части воздушной камеры дыхательного автомата. Его прикрывает дефлектор (11), который защищает клапан от внешнего воздействия, а также отводит пузырьки выдыхаемого воздуха.

Дыхательный автомат GLACIA оснащен регулировкой Вентури, представляющей собой заслонку (9), перенаправляющую поток воздуха в воздушной камере (15). См. также рис. 3а.

LX

Дыхательный автомат LX (рис. 4) является сбалансированным. Каково принципиальное конструктивное отличие сбалансированного и несбалансированного дыхательных автоматов?

Принципиальная схема его устройства (рис. 4) похожа на устройство мембранной сбалансированной первой ступени регулятора. Шток (1) клапана имеет сквозное отверстие, через которое воздух из первой ступени при среднем давлении поступает в балансировочную камеру (2). O-ринг (3) предотвращает попадание воздуха из балансировочной камеры (2) в воздушную камеру (4). Таким образом, помимо усилия пружины (5), клапан подпирается изнутри, в балансировочной камере, давлением воздуха, равным промежуточному давлению. Иными словами, в отличие от несбалансированного дыхательного автомата, где пружине приходится преодолевать давление сжатого воздуха, поступающего из первой ступени, в сбалансированном дыхательном автомате сам сжатый воздух промежуточного давления частично компенсирует усилие пружины для закрытия клапана. Поэтому такая конструкция позволяет значительно уменьшить силу упругости пружины (5), и, следовательно, снизить усилие на «подрыв» клапана. Именно поэтому дыхание из второй ступени LX исключительно легкое, и оно практически не зависит от величины промежуточного (установочного) давления. Это обстоятельство позволяет установить сбалансированный дыхательный автомат LX на сверхсбалансированный редуктор, каковым является LEGEND, у которого с глубиной растет установочное давление (см.

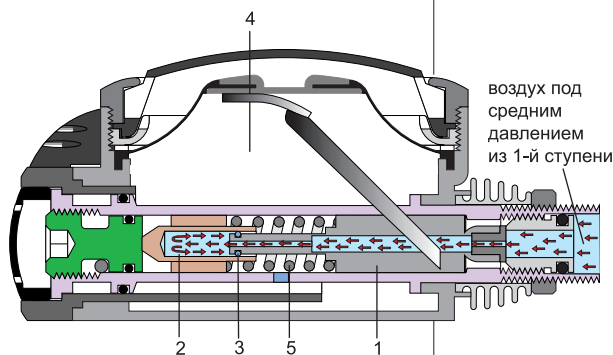


РИСУНОК 4. Схема дыхательного автомата LX, фаза вдоха.

1 – шток клапана, 2 – балансирующая камера; 3 – O-ринг; 4 – воздушная камера; 5 – пружина

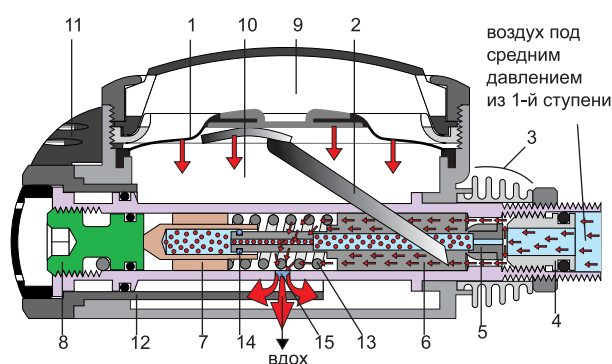


РИСУНОК 5. Схема дыхательного автомата LX, фаза выдоха.

1 – мембрана; 2 – рычаг; 3 – теплообменник; 4 – седло клапана; 5 – подушка клапана; 6 – шток клапана; 7 – балансирующая камера; 8 – установочный винт пружины; 9 – водная камера; 10 – воздушная камера; 11 – рычаг регулировки Вентури; 12 – заслонка Вентури; 13 – пружина; 14 – O-ринг; 15 – отверстие в корпусе клапанного механизма

начало статьи в предыдущем номере журнала). Тем не менее, являясь дыхательным автоматом поточного типа, LX может встать на свободную подачу в результате нарастания давления между первой и второй ступенью. Однако критическая величина установочного давления, при котором дыхательный автомат LX срабатывает как предохранительный клапан, значительно выше, чем у несбалансированных дыхательных автоматов, и равна приблизительно 18-20 атм.

Рассмотрим работу дыхательного автомата LX на фазе вдоха и выдоха (рис. 5). При совершении вдоха в воздушной камере (10) дыхательного автомата LX происходит разрежение, в результате чего мембрана (1) прогибается вниз и надавливает на рычаг (2). Рычаг, соединенный со штоком клапана (6), преодолевая усилие пружины (13), отводит клапан, на торце которого закреплена сменная подушка клапана (5), от седла клапана (4). Через открытый клапан и затем через отверстие

(15) в цилиндре механизма клапана воздух устремляется в воздушную камеру дыхательного автомата (10) и через нее – на вдох. При прекращении вдоха и начале выдоха воздух заполняет камеру (10) до давления окружающей среды, и мембрана (1) возвращается в исходное положение, а клапан под воздействием пружины (13) закрывается. Излишки выдыхаемого воздуха выходят через односторонний лепестковый клапан (4, рис. 6), расположенный в нижней части воздушной камеры дыхательного автомата. Его прикрывает дефлектор (5, рис. 6), который защищает клапан от внешнего воздействия, а также отводит пузырьки выдыхаемого воздуха.

Дыхательный автомат регулятора LX оснащен системой регулировки Вентури с удобным переключателем (11). Эта система представляет собой заслонку (12), которая перекрывает и перенаправляет поток воздуха, выходящего в воздушную камеру из отверстия (15).

Для обеспечения устойчивости к обмерзанию дыхательный автомат LX оснащен довольно мощным теплообменником (3).

Дыхательный автомат LX устанавливается на регуляторы Titan LX, Titan LX Supreme, Legend, Legend Supreme, Legend LX, Legend LX Supreme, а также производится отдельно в виде октопусов LX и LEG-END. В версиях регуляторов Legend LX и Legend LX Supreme дыхательный автомат помимо регулировки Вентури имеет еще и регулировку сопротивления дыханию (рис. 6). Это винт (1), который через толкатель (2) изменяет степень сжатия пружины (3) и, следовательно, влияет на усилие открытия клапана второй ступени. Это позволяет регулировать расход воздуха. При полностью закрученном винте сопротивление на вдох максимально, и этот режим позволяет очень экономно расходовать воздух. При полностью выкрученном винте сопротивление на вдох практически отсутствует, и дыхательный автомат в очень слабом режиме, но, тем не менее, принудительно подает воздух.

В завершение рассказа о конструктивных особенностях дыхательных автоматов Aqua Lung следует обратить внимание еще на одну деталь. Все регуляторы Aqua Lung оснащены запатентованным анатомическим загубником. Характерной особенностью анатомического загубника Aqua Lung является небная перемычка. Такой загубник не нужно сжимать зубами, он прочно сидит во рту, что фактически снимает нагрузку на челюстные мышцы.

Нам хотелось бы напомнить, что темы статей в следующих выпусках журнала во многом зависят от ваших вопросов, которые вы можете присылать в редакцию журнала DiveTek или в фирму TETIS по e-mail: sport@tetis.ru

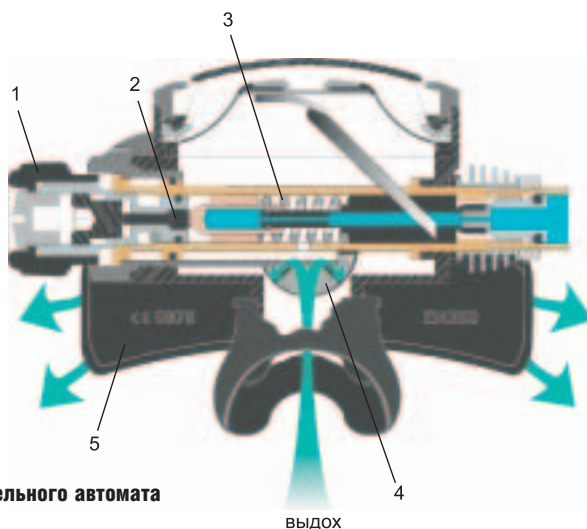


РИСУНОК 6. Схема дыхательного автомата регулятора Legend LX.

1 – винт регулировки сопротивления вдоху, 2 – толкатель; 3 – пружина; 4 – клапан выдоха; 5 – дефлектор

