

Валерий Кокоша | Консультант компании «Акватек» |

ДЫШАТЬ – ЗНАЧИТ ЖИТЬ



Компания Poseidon совершила качественный скачок в области создания регуляторов для экстремальных подводных погружений, выпустив модель с характерным названием Xstream. Теперь появилась возможность совершать погружения на пределе возможного не только по длительности пребывания под водой, но и по глубине – вплоть до 200 м. Регулятор Xstream выдержал сотни испытаний на соответствие известным стандартам. Характер и величина работы полного цикла вдох/выдох является важнейшим показателем надежности любого регулятора и определяет его качество, стабильность и легкость дыхания под водой, что особенно важно для экстремальных условий подводного плавания.

В испытаниях своих регуляторов компания Poseidon придерживалась норвежского стандарта для открытого моря NORSOK U-101: на глубине 200 метров и легкой вентиляции 62,5 л/мин. полная работа дыхания с использованием дыхательных газовых смесей Trimix не должна превышать 1,7 Дж/л. Тестовые испытания, проводимые Водолазным центром ВМС Швеции, подтвердили высокие эксплуатационные характеристики регуляторов Xstream. На графике (рис. 1) представлены экспериментальные зависимости полной работы дыхания от глубины погружения с учетом производительности регуляторов и состава дыхательной газовой смеси (ДГС). В качестве ДГС использовались наиболее плотные смеси (воздух, Nitrox), в составе которых парциальные давления газов (PO_2 и PN_2) имели максимально

допустимые значения для безопасного дыхания на заданной глубине (зависимости I, II). Замещая гелием азот (гелиево-кислородные смеси) или добавляя его в воздушную смесь (смеси Trimix), достигается снижение плотности ДГС, что положительно сказывается на сопротивлении (полной работы) дыхания с увеличением глубины погружения (зависимость III).

Судить о совершенстве регулятора также можно по его способности обеспечивать легкость дыхания и стабильность работы без дополнительной регулировки даже при снижении давления в баллоне (РВД) до предельно низкого значения. Минимально допустимое давление в баллоне, при котором еще возможна подача воздуха на вдох регулятором Xstream, вдвое превышает межступенчатое давление/воздух среднего давления (РВСД) (рис. 2).

Рекомендованные значения минимального давления ДГС в баллоне, исходя из установившейся практики погружений, составляют:

- 50 бар – для глубин 0–100 м;
- 70 бар – для глубин 101–200 м.

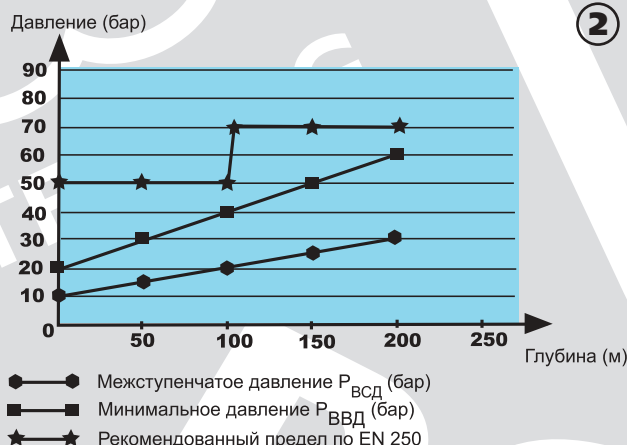
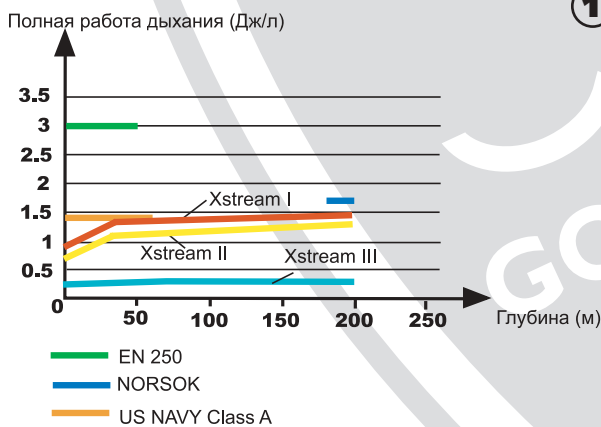
А теперь познакомимся с конструктивными особенностями регулятора Xstream, чтобы понять смысл используемых инженерных решений.

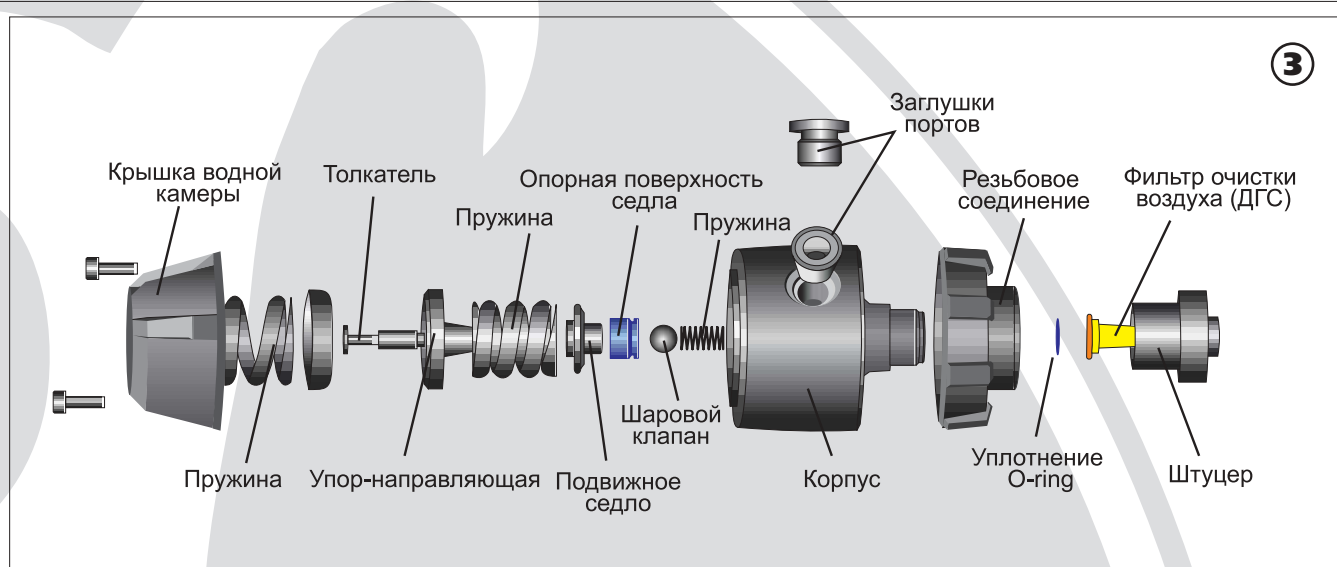
Центральным элементом редуцирующего устройства 1-й ступени является шаровой клапан (рис. 3). Разработчики регулятора Xstream вместо традиционной тарелки клапана использовали шарик из нержавеющей стали, а подвиж-

ное седло клапана изготовлено из мягкого материала Zytel. Материалы, из которых изготовлены опорная поверхность седла и сам клапан, имеют различную твердость, что в режиме их «жесткого» взаимодействия может привести к возникновению неплотностей в месте посадки клапана. Однако из-за пластических свойств материала седла клапана за короткий период немногочисленных циклов работы редуцирующего устройства возникающие неплотности устраняются. Материал Zytel способен в течение длительного срока службы сохранять свою способность к восстановлению формы. Таким образом, наиболее эффективно решена проблема непроницаемости и надежности редуцирующего клапана. Прилегание шарика к седлу настолько плотное, что практически полностью исключается утечка воздуха высокого давления. Другим преимуществом шарового клапана является низкая вероятность его смещения или перекоса, сведено до минимума влияние таких факторов риска, как:

- неправильная регулировка;
- износ и допуски на изготовление и монтаж элементов редуцирующего устройства.

Подвижное седло за счет тщательно подобранного коэффициента упругости/жесткости пружины позволяет существенно снизить динамические нагрузки, которые испытывает редуцирующий клапан в процессе работы. То есть пружина





жина подвижного седла играет роль амортизатора, смягчая силу удара шарика о седло клапана.

Оригинально решена проблема сбалансированности 1-й ступени. Как видно из рис. 4, в редукторе использован противоточный шаровой клапан, в котором сила прижатия шарика к седлу уменьшается по мере потребления воздуха, т.е. по мере понижения давления воздуха в баллоне (РВВД). Поэтому сопротивление дыханию с расходом воздуха падает. Чтобы практически исключить влияние РВВД на величину сопротивления дыханию под водой, в конструкции редуктора использовано подвижное седло с пружиной.

При открывании вентиля подвижное седло под действием давления РВВД перемещается вверх и сжимает пружину, находящуюся между седлом и мембраной. Свободный ход подвижного седла определяет величину абсолютной деформации пружины. Возникающая при этом сила упругости пропорциональна давлению воздуха в баллоне. Иначе говоря, величина РВВД аккумулируется силой упругости пружины. В дальнейшем, чтобы открыть противоточный клапан, необходимо дополнительно приложить усилие для преодоления силы

упругости предварительно сжатой пружины, пропорциональное текущему значению давления в баллоне РВВД.

Наглядно это можно проиллюстрировать с помощью рис. 5. Как видно из графика, падение давления РВВД и снижение сопротивления дыханию компенсируется силой упругости пружины, которую необходимо преодолеть для открытия клапана. Поэтому легкие пловца совершают дополнительную работу. В результате график сопротивления дыханию носит постоянный характер в течение всей фазы вдоха.

Другая новаторская идея, реализованная в редукторе Xstream, заключается в использовании встроенной термодинамической антиобледенительной защиты TDA (Thermo Dynamic Anti-freeze Protection). Суть данного решения состоит в том, что за счет больших вертикальных прорезей в крышке водной камеры редуктора обеспечивается свободная циркуляция воды. Вода, играющая роль теплоносителя, предотвращает обмерзание пружины и мембраны. С каждой новой порцией воды, поступающей под крышку, осуществляется теплообмен между водной камерой и камерой ВСД редуктора. В результате в водной камере поддерживается темпе-

ратура, равная окружающей среде. Кроме того, свободная циркуляция воды препятствует образованию кристаллов льда даже при чрезвычайно низкой температуре. И наконец, между крышкой водной камеры и корпусом редуктора находится слой из полимеров, обладающий теплоизолирующими свойствами. Он препятствует распространению низкой температуры (дальнейшему обмерзанию) от охлажденного корпуса редуктора к водной камере и находящейся в ней пружине, играя роль теплозащитного барьера. TDA продемонстрировала прекрасные результаты в самых суровых условиях, а именно: даже в режиме свободной подачи воздуха (free flow), находясь в пресной воде с температурой 0°C, регулятор продолжал работать в течение 10 минут. В отличие от известных антиобледенительных систем TDA не требует сервисного обслуживания, специальной жидкости-антифриза и дополнительной изолирующей диафрагмы.

Особый интерес представляет 2-я ступень регулятора Xstream, но это тема для отдельного разговора. Надеемся, что изложенная информация поможет вам не только оценить достоинства продукции, выпускаемой компанией Poseidon, но и стать ее активным сторонником.

