

**И.Д. Багрий, И.Г. Кирющенко**

Институт геологических наук НАН Украины, г. Киев

## **МОДУЛЬНО-БЛОЧНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ МОРСКОГО ДНА И ПРИДОННЫХ ВОД**

---

*Предложено технологическое средство с возможностью изменения структуры для выполнения комплекса геологических и экологических задач в донных слоях акваторий. Приведены конструкторско-технологические решения, позволяющие повысить достоверность геологической информации и ресурс комплекса при эксплуатации.*

**Ключевые слова:** придонные воды, донные отложения, дегазация, технология исследования, интеграция средств, достоверность информации, ресурс.

В связи с расширением диапазона геологических исследований в сложных условиях морских глубин возникла необходимость создания аппаратуры, имеющей важную технологическую особенность, — модульно-блочный принцип построения, позволяющий формировать комплекс различной модификации в зависимости от задачи. Подобный принцип составляет основу современных технологий: исследования дна и донных отложений, разведки сырьевых ресурсов, экологического мониторинга акваторий [1].

Например, в результате применения дополнительного устройства для измерения температуры водного слоя и донных отложений в специально разработанном аппаратном комплексе ПДБК-2М (портативный пробоотборник-дегазатор), в рамках усовершенствования новой технологии поиска полезных ископаемых СТАГД, появилась возможность впервые оценить перспективы нефтегазоносности континентального склона Восточночерноморской впадины, в частности структуры Паласа, о чем отмечено в монографии [2].

Применение дополнительных гидрохимических устройств при измерении растворенных газов *in situ* (69 рейс НИС «Профессор Водяницкий», 02.08.2011—11.08.2011) позволило обнаружить аномалии растворенного сероводорода по глубине в виде тонкоструктурных колебаний в ресурсноперспективных районах Черного моря (рис. 1).

© И.Д. БАГРИЙ, И.Г. КИРЮЩЕНКО, 2016

Аномальный профиль растворенного сероводорода, полученный с помощью дополнительных гидрохимических устройств, свидетельствовал о наличии в этом районе газовыделяющих вулканов. Это подтвердили и одновременные гидроакустические исследования в этом районе, результат которых в виде эхограммы газового факела изображен на рис. 2.

При сравнении результатов, полученных разными аппаратными средствами, отчетливо видно, что факел газа, выброшенный вулканом, теряет свою интенсивность ровно на той глубине, где начинается аномалия профиля растворенного сероводорода, а именно на 200 м.

Об однозначной связи зафиксированных аномалий с газовым вулканом был сделан вывод при геологических исследованиях рельефа морского дна [3].

Несмотря на практическую ценность вышеприведенных комплексов, наиболее востребованным для геоэкологических донно-придонных исследований оказался комплекс ПДБК-2М [4], разработанный и изготовленный в отделе гео-экологии и поисковых исследований Института геологических наук НАН Украины. Он содержит не только пробоотборник-дегазатор, но и дополнительные инструменты, позволяющие отбирать пробу грунта и одновременно измерять его температуру *in situ*. Однако основная проблема этого технологического устройства — невозможно оперативно сформировать его структуру под различные геологические и экологические задачи: установить еще какую-либо аппаратуру просто некуда.

Есть еще одна проблема в этом устройстве — жесткое соединение клапанов при закрывании пробоотборника не обеспечивает надежную герметизацию пробы. Если проба придонной воды мутная, что часто бывает при посадке прибора на почву, то за счет содержания абразива в пробе уплотнения клапанов стираются.

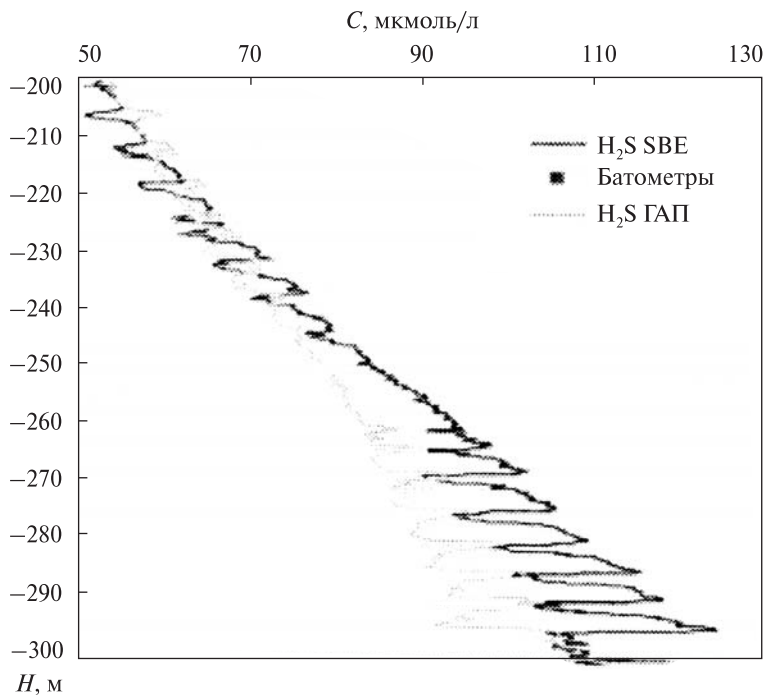


Рис. 1. Тонкоструктурные фрагменты аномальных профилей  $H_2S$  над вулканом

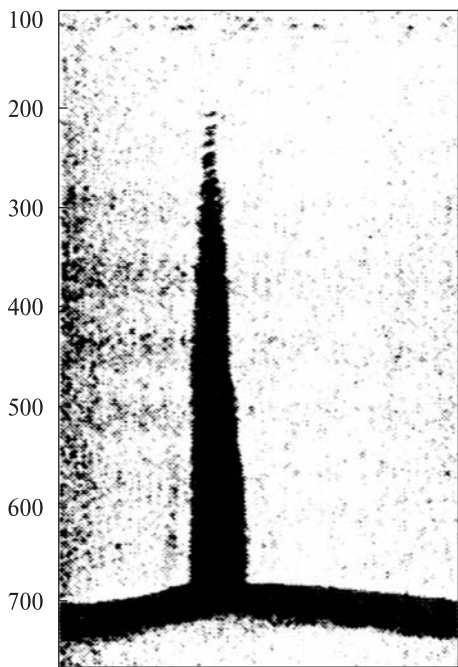


Рис. 2. Эхограмма газового факела над вулканом

до самого дна и закрывается при его достижении, но вопросы оперативного формирования структуры комплекса под различные геологические и экологические задачи и сохранения длительной герметичности при эксплуатации в морских условиях остаются и требуют решения.

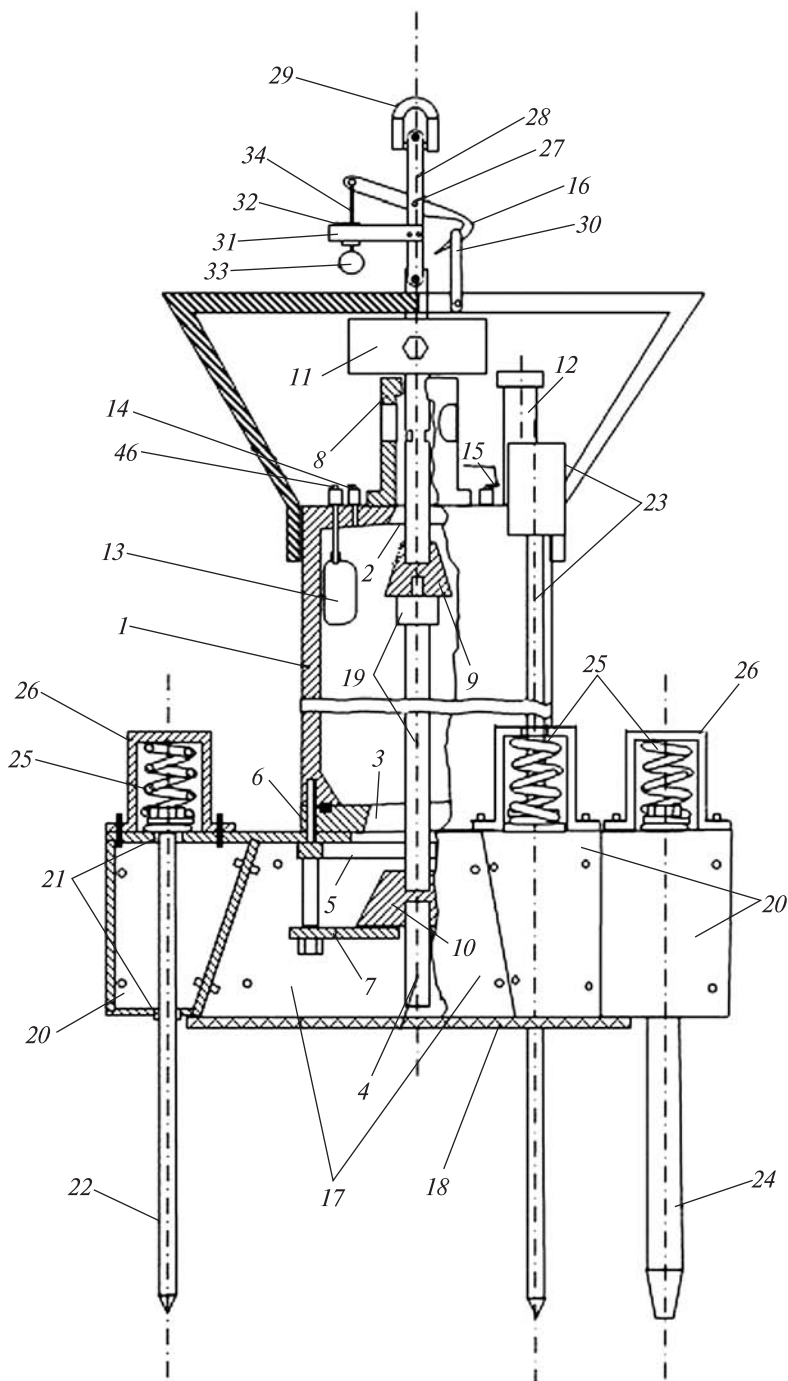
Конструктивно-технологическое решение геологического комплекса, воплощающее принципы и основы современных технологий исследования газового состава донных вод и донных отложений дна Мирового океана, выполнено отделом геоэкологии и поисковых исследований под руководством И.Д. Багрия. Поисково-геологический модульно-блочный комплекс с необходимыми технологическими свойствами использовался при исследованиях дна Черного моря Отделением морской геологии и осадочного рудообразования НАН Украины.

В предлагаемом геологическом комплексе отбор проб воды в придонном слое и донных осадков на глубине до 2000 м и измерение геологических параметров выполняется одномоментно, что позволяет проводить исследования в экономном режиме, т. е. получать все исходные геологические данные при одном зондировании. Для этого комплекс оборудован дополнительными платформами для установки донных измерителей параметров и в настоящее время оборудован имеющимся в Украине измерителем градиента температуры донных отложений ИТМГ-4К. В зависимости от поставленной исследовательской задачи дополнительные платформы могут принять (СТД-модули) для оперативного измерения солености *in situ* придонного слоя воды, химические измерители потенциометрического типа [6] для оперативного измерения pH, содержания растворенного в придонной воде сероводорода, кислорода, а также видеокамеру для изучения

Само по себе стирание уплотнений еще не приводит к нарушению герметичности за счет их эластичности. Проблема в том, что они стираются не одновременно, и тогда один из клапанов при жестком их соединении не ляжет плотно на посадочное отверстие. Для возобновления плотного прилегания клапанов возникает необходимость смены уплотнений в процессе их эксплуатации и довольно сложная тонкая настройка на синхронность прилегания их к посадочным отверстиям, что снижает производительность работы в морских условиях.

Кроме того, существенный недостаток комплекса — ограниченность его работы на больших глубинах. После 200 м работа пробоотборника-дегазатора осложняется из-за необходимости дополнительного груза для открытия клапанов на дне, и это заложено в принципе его действия.

Данная проблема решена в батометре-дегазаторе донных вод [5], выполненном совместно сотрудниками ИГН и МГИ НАН Украины. Здесь батометр проточный



**Рис. 3.** Геологический комплекс для исследования дна водоемов (объяснение обозначений приведено в тексте, с. 133)

рельефа дна. Прибор снабжен устройствами дегазации придонной воды для оперативного измерения концентрации радона в морской или пресной воде, а также грунтовой трубкой ТГ для отбора проб придонных отложений. Схематический чертеж комплекса изображен на рис. 3.

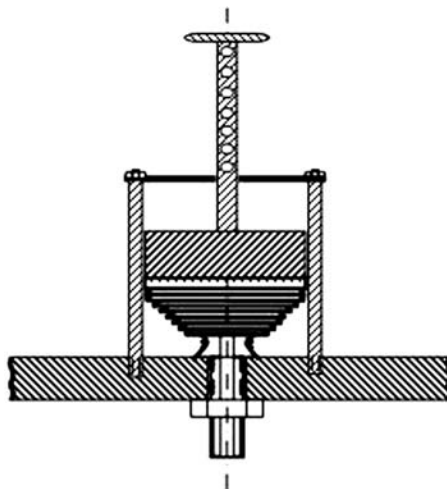
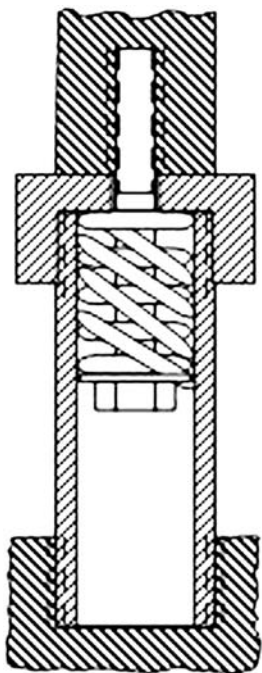


Рис. 5. Барокомпенсатор

◀ Рис. 4. Часть штока изменяемой длины при подъеме

Во избежание перечисления элементов структуры комплекса, представляющих лишь техническую суть, рассмотрим эвристическое содержание, отображающее конструктивно-технологическую особенность предлагаемого решения.

Новые элементы геологического комплекса:

- пластинчатые прямоугольно-трапециевидальные консоли с бортами на основаниях и боковых сторонах 20, причем у сторон с прямыми углами в верхнем и нижнем бортах пластинчатой прямоугольно-трапециевидальной консоли выполнены соосные установочные отверстия 21. Такое решение позволяет не только устанавливать дополнительную аппаратуру, например измеритель геологических параметров 23 или пробоотборник донного грунта 24, но и увеличить устойчивость комплекса при посадке на грунт, поместив в установочные отверстия стабилизаторы 22. Кроме того, пластинчатость консолей за счет парусности стабилизирует нулевой крутящий момент комплекса, не позволяя взбалтывать илистые отложения при посадке на грунт и не закручивать трос, обеспечивая безопасность эксплуатации геологического комплекса;

- амортизаторы 25, установленные над стабилизаторами, обеспечивают плавную посадку геологического комплекса при ударе о грунт водоема, сохраняя дополнительную электронную измерительную аппаратуру от повреждения;

- водозаборное устройство 17, закрепленное к наклонной стороне консоли, обеспечивает жесткость консольной конструкции при ударе — «ноги» комплекса в виде стабилизаторов при жесткой посадке не разойдутся;

- шток 19, который соединяет клапаны 9 и 10 пробоотборника-дегазатора, выполнен в виде двух секций. Между секциями установлен упругий элемент, например пружина, что дает возможность изменять длину штока при подъеме геологического комплекса на борт судна. Это важное свойство позволяет изменить алгоритм срабатывания клапанов — сначала закрывается нижнее отверстие

пробоотборника-дегазатора, затем, удлиняясь благодаря сжатию пружины, — верхнее, обеспечивая надежность герметизации даже при условии абразивной стертости одного из клапанов. Схематично часть штока между клапанами с изменяемой длиной изображена на рис. 4;

- пробоотборник-дегазатор геологического комплекса снабжен барокомпенсатором 12, выполненным в виде эластичного гофра с гравитационным сжимателем. Гофр под действием веса груза стремится сжаться, когда внутреннее давление меньше внешнего, и разжаться, когда превышает. Это позволяет уравнивать внутреннее давление герметичного корпуса пробоотборника-дегазатора с внешним на любой глубине и тем самым сохранить герметичность при подъеме комплекса на борт. На штоке сжимателя расположены отверстия для фиксации барокомпенсатора при дегазации. Устройство барокомпенсатора приведено на рис. 5;

- фиксатор открытого и закрытого состояния пробоотборника-дегазатора выполнен в виде традиционного крюка-сбрасывателя 16 от черпалки грунта, но модернизирован противовесом 33, гибко связанным с плечом крюка-сбрасывателя через гибкий трос 34, пропущенный через втулку 32 дополнительной консоли 31. Это позволяет использовать не только критерий ослабления троса при достижения дна, но и вывести крюк из зацепления в случае завала геологического комплекса на бок, что повышает надежность получения пробы.

На предложенное устройство подана заявка № а 201509394 от 30.09.2015 на получение патента Украины; прошла формальную экспертизу № 2064/38/16 от 28.01.2016.

## Выводы

1. Предложенное устройство, реализующее принцип модульно-блочного построения, предусматривает возможность формирования различных модификаций его структуры в зависимости от поставленной научно-исследовательской задачи.

2. Геологический комплекс за счет высокой интеграции аппаратных средств позволяет не только повысить достоверность геологической информации, но и сэкономить судовое время при переходе от станции к станции.

3. Предложенный алгоритм срабатывания клапанов в пробоотборнике-дегазаторе позволяет увеличить ресурс работы геологического комплекса, не требует замены его элементов, что весьма важно в морских условиях.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гончар А.И., Федосеев С.Г., Шлычек Л.И., Шундель А.И. Многоцелевой автоматизированный модульно-блочный информационно-измерительный комплекс для мониторинга акваторий. *Гідроакустичний журнал*. 2012. Вып. 9. С. 97—102.
2. Багрий І.Д. Розробка геолого-структурно-термо-атмосферичної технології прогнозування пошуків корисних копалин та оцінки геоекологічного стану доквілля. Київ: Логос, 2013.
3. Геолого-океанологические исследования континентальной окраины Крыма и прилегающей котловины Черного моря (НИС «Профессор Водяницкий» 2011 г., 69 рейс). Киев: ОМГОР, 2012. 160 с.
4. Портативний пробовідбірник-дегазатор: пат. 2641 Україна, МКИ C02F 1/20, B01D 19/00. № 2003065643/UA; Заявл. 18.06.2003; опубл. 15.07.2004, Бюл. № 7, 2004.
5. Батометр-дегазатор донних вод: пат. 94487 Україна, МКИ B01D 19/00, G01N 1/10. № a200906069/UA; заявл. 18.06.2003, опубл. 15.07.2004, Бюл. № 7, 2004.

6. Перетворювач активності іонів речовин у водному розчині. Пат. № 82942 Україна, МПК (2006) G01N 27/333. № а 2006 09062; Заявлено 15.08.2006. Опубл. 26.05.2008, Бюл. № 10, 2008 р., Приоритет 15.08.2006.

Статья поступила 12.09.2016

*И.Д. Багрій, И.Г. Кирющенко*

**МОДУЛЬНО-БЛОКОВИЙ КОМПЛЕКС  
ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ МОРСЬКОГО ДНА ТА ПРИДОННИХ ВОД**

Запропоновано технологічний засіб з можливістю зміни структури для виконання геологічних і екологічних завдань різного змісту в донних шарах акваторій. Наведено конструкторсько-технологічні рішення, що дають змогу підвищити вірогідність геологічної інформації та збільшити ресурс комплексу при експлуатації.

**Ключові слова:** придонні води, донні відклади, дегазація, технологія дослідження, інтеграція засобів, вірогідність інформації, ресурс.

*I.D. Bagriy, I.G. Kiryushchenko*

**MODULAR-BLOCK COMPLEX FOR RESEARCH  
OF THE SEABED AND BOTTOM WATER**

In the article the technological means with the capability of reconfiguration for execution on geological and environmental tasks of various meaning in the benthal layers of water areas is offered. Design and engineering solutions which provide to enhance the authenticity of geological information and to increase resource of complex when exploating are represented.

**Keywords:** bottom water, bottom sediments, outgassing, research technology, safe information, resource.