

УДК 550.834.08:621.315.2

Сейсмический амбиликал пневмоисточников: разработка и производство в России

■ Чураев С.А., Воронцов В.В. ООО «Геоспейс Технолоджис Евразия», г. Уфа.

■ Казанин А.Г., АО «МАГЭ», г. Мурманск.

Аннотация. Рассмотрены устройство амбиликала пневмоисточников и его разработка компанией «Геоспейс» при поддержке АНО «ЦПИИ», совместимость с судовым оборудованием, ремонт и техническое сопровождение. Отечественное производство позволяет наладить прямое взаимодействие с изготовителем и сократить логистическое плечо при обслуживании изделия.

Амбиликал пневмоисточника – буксируемый пневмоэлектрический кабель, по которому передается воздух под высоким давлением на систему пневмоисточников, питание исполнительных механизмов и информационные линии для контроля работы системы вовремя сейсморазведочных работ на море.

Ключевые слова: морская сейсморазведка, амбиликал пневмоисточников, концевые соединения, отечественное производство, ремонт, техническое сопровождение.

Амбиликал в составе судового комплекса

При морской сейсморазведке судно-источник буксирует группу пневмоисточников, подаёт к ним сжатый воздух и управляет их работой (Рис.1). Связь между судном и пневмоисточниками обеспечивает сейсмический амбиликал, или буксирный пневмоэлектрический кабель (БПК). В нём в двойной оболочке объединены ру-

кав высокого давления для подачи воздуха, электрические проводники и два слоя силовой брони, воспринимающие тяговое усилие. Если это предусмотрено устройством комплекса, в состав амбиликала могут входить оптические линии [3, 6]. Кабели сейсмических кос относятся уже к приёмной части оборудования и имеют другое назначение [2].

▼ Рис. 1. Схема Амбиликал.



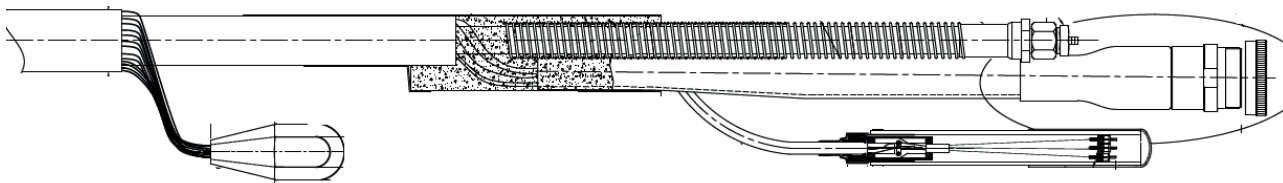


▲ Рис. 2. Мокрый конец амбликала. Общий вид.

Во время работы амбликал многократно изгибается: при спуске за борт, буксировке, подъёме и намотке на барабан. При этом рукав должен сохранять герметичность при циклических пульсациях давления во время работы пневмоисточников, а электрические цепи — передавать питание, команды управления и сигналы контроля. Работа амбликала при буксировке, многократном срабатывании пневмоисточников осуществляется в разных температурных режимах, волнении на море и знакопеременных. Разработчику приходится учитывать совместную работу всех этих элементов, так чтобы во время работы под давлением и пульсации давления в рукаве не происходило недопустимых деформаций электрических жил и их изоляции. Размеры и гибкость БПК зависят от устройства лебёдки и радиусов изгиба кабеля на направляющих.

У БПК есть две стороны — “wet end” (мокрый конец - МК) Рис. 2, 3 и “dry end”

▼ Рис. 4. Сухой конец амбликала. Конструкция.



▲ Рис. 3. Мокрый конец амбликала. Вид со стороны разъёмов.

(сухой конец — СК) Рис. 4. СК БПК подключается к судовому оборудованию, МК - к буксируемому. В них закрепляется броня, присоединяется воздушная линия и выполняется разводка электрических цепей.

На МК герметичное исполнение «колокола» защищает внутренние элементы от воды, а защита от перегиба ограничивает изгиб кабеля у жёсткого корпуса «колокола» [3]. Поэтому при разработке комплектного амбликала кабельную часть и концевые соединения рассматривают вместе. От качества их сопряжения зависят способность изделия переносить эксплуатационные нагрузки и его долговечность.

Зарубежное оборудование

Ключевые зарубежные разработчики и изготовители пневмоисточников — Sercel и Teledyne Bolt [4, 5]. Sercel предлагает также оборудование для подключения и управления источника-

ми, в том числе амбликалы с концевыми соединениями [4].

Изготовлением самих амбликалов занимаются специализированные кабельные предприятия. Fibron выпускает airgun umbilicals [2], DeRegt Cables разрабатывает кабельные сборки и концевые соединения для сейсмических источников [3], Umbilicals International производит gun umbilicals под марками Geocable Systems и Seiscon [6].

Таким образом, поставщик комплекса пневмоисточников и изготовитель его амбликала могут быть разными предприятиями.

Отечественная разработка

Российский сейсморазведочный флот использует оборудование зарубежного производства; вопросы его оснащения и последующей замены рассмотрены в обзоре С. В. Горбачева [1].

При замене амбликала необходимо учитывать уже установленное на судне оборудование. Новое изделие должно подходить к существующим креплениям и лебёдке, обеспечивать подачу воздуха и работать с существующей электрической схемой и системой управления, иметь полностью совместимые ответные части с установленным оборудованием. Такой подход позволяет сохранить исправные части комплекса при замене, выработавшего ресурс или повреждённого амбликала.

Компания «Геоспейс Технолджис Евразия» ведёт проект сейсмического амбликала пневмоисточников при грантовой поддержке АНО «Центр поддержки инжиниринга и инноваций» (ЦПИИ) по приоритетной отрасли промышленности «Нефтегазовая отрасль», приоритетной подотрасли нефтегазовой отрасли «Оборудование и технологии для геологоразведки» в рамках дорожной карты по направлению

«Оборудование для геологоразведки» на период до 2030 г. На сентябрь 2026 года предприятие находится на этапе изготовления комплектного амбликала и подготовки к морским испытаниям, намеченным на весну 2027 года.

Работа над собственным изделием даёт возможность увязать конструкцию буксируемого пневмоэлектрического кабеля, концевых соединений и присоединительной арматуры с условиями конкретного судна и требованиями эксплуатирующих организаций. Обсуждение с инженерами эксплуатирующей организации помогает заранее учесть ограничения судового оборудования, удобство монтажа и реальный опыт морских работ с существующим оборудованием. Эксплуатирующая организация также может предложить доработки конструкции и напрямую согласовать их с изготовителем.

Собственная конструкторская и технологическая документация позволяет разбирать причины эксплуатационных повреждений, выбирать замену недоступным материалам и комплектующим, вносить изменения с учётом влияния на весь амбликал.

Перед выходом в море на испытания согласно утверждённой программе и методике приёмочных испытаний «Сейсмический амбликал пневмоисточников ЕДМС.422419.002 ПМ» предстоит проверить прочность и герметичность собранного изделия, электрические характеристики и работу при изгибах и намотке. Морские испытания позволят оценить амбликал вместе с судовым оборудованием: при монтаже, спуске и подъёме, буксировке и работе пневмоисточников. Полученные данные будут использованы для уточнения конструкции и рекомендаций по эксплуатации, а также для подготовки к серийному выпуску амбликала.

Взаимодействие с изготовителем и обслуживание

Для судовладельца выбор отечественного амбиликала связан не только с поставкой нового изделия взамен вышедшего из строя. В эксплуатации возникают вопросы, которые удобнее решать непосредственно с его разработчиком: допустима ли замена комплектующих, как установить причину неисправности, какие работы можно выполнить на месте и когда изделие необходимо отправить на предприятие для ремонта. Прямой контакт инженеров заказчика и изготовителя позволяет оперативно решать технические вопросы, передавать результаты осмотра и согласовывать дальнейшие действия.

Отечественное производство даёт и практические возможности для организации ремонта. Отправка изделия и запасных частей внутри страны может иметь более короткое логистическое плечо, чем обращение к зарубежному изготовителю, и не требует международной перевозки с потенциальными санкционными рисками во время перевозки. Это позволит сократить время на организацию обслуживания и поставку комплектующих, доступность ремонтной документации и специализированной оснастки.

Заключение

Создание отечественного амбиликала — шаг к тому, чтобы российские предприятия могли самостоятельно обеспечивать сейсморазведочный флот необходимым оборудованием и поддерживать его в эксплуатации. Собственная конструкция и производство позволяют учитывать особенности судов, напрямую решать технические вопросы с заказчиком и организовать ремонт без длительной отправки изделия зарубежному изготовителю.

Сейчас «Геоспейс» при поддержке ЦПИИ изготавливает комплектный ам-

биликал и готовит его к морским испытаниям весной 2027 года. Испытания позволят проверить принятые технические решения в реальных условиях и определить дальнейшие шаги по освоению производства. Практическим результатом этой работы должно стать отечественное изделие, разработанное и изготовленное на территории Российской Федерации из отечественного сырья и материалов.

Литература

1. Горбачев С. В. Современное состояние рынка морских сейсморазведочных работ 2D/3D/4D с буксируемым оборудованием в России и мире // Приборы и системы разведочной геофизики. — 2025. — № 3(86). — С. 8–20. — URL: <https://psrgeo.geospace-ufa.ru/article/psrgeo-2025-03-p008-522ae8527176>.
2. Fibron. Seismic. Airgun Umbilicals [Электронный ресурс]. — Б. д. — URL: <https://fibron.com/markets/seismic>.
3. Hoogendijk M. Five Types of Terminations // DeRegt Cables [Электронный ресурс]. — Б. д. — URL: <https://deregtcables.com/insights/five-types-of-terminations>.
4. Sercel. Marine Sources: High-performance impulsive sources [Электронный ресурс]: техническая брошюра. — 06/2024. — URL: https://www.sercel.com/sites/default/files/2024-08/marinesources_brochure_newcharte_sercel.pdf.
5. Teledyne Marine. Teledyne Bolt for Oil and Gas Marine Equipment [Электронный ресурс]. — Б. д. — URL: <https://teledynemarine.com/brands/bolt>.
6. Umbilicals International. Seismic [Электронный ресурс]. — Б. д. — URL: <https://umbilicals.com/seismic/>.