

УДК 681.883.474

*Рублёв В.П., старший преподаватель,
Дальневосточный федеральный университет
Россия, г. Владивосток*

*Наумов С.Б., старший научный сотрудник,
Федеральный исследовательский центр
«Единая геофизическая служба РАН»
Россия, г. Владивосток*

ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКИЙ ИЗЛУЧАТЕЛЬ

Аннотация. В настоящей работе представлена акустическая аппаратура, для возбуждения зондирующих импульсов в морской геологоразведке и сейсморазведке. Описан принцип работы, который представляется перспективным для разработки излучателей мощных кратковременных акустических импульсов на основе электрогидравлического эффекта (ЭГЭ).

Ключевые слова: гидроакустика, импульс, электрический разряд, магнитное поле, напряжение, ток, давление.

Abstract. This paper presents acoustic equipment for the excitation of sounding pulses in marine geological exploration and seismic exploration. The principle of operation is described, which seems promising for the development of emitters of powerful short-term acoustic pulses based on the electro-hydraulic effect.

Keywords: hydro acoustics, pulse, electric discharge, magnetic field, voltage, current, pressure.

Введение. Современные гидроакустические средства находят широкое применение для решения самых разнообразных задач. Изучение и освоение Мирового океана, зондирование земной коры, в частности сейсморазведка в предполагаемых местах для строительства объектов в черте города, обеспечение военного и гражданского мореплавания, некоторых военных прикладных задач, в частности защита кораблей от подводных диверсантов, требует для своей реализации использования мощных кратковременных акустических импульсов. В настоящее время нередко в качестве источников зондирующих сейсмоакустических воздействий используются взрывные устройства.

Традиционная аппаратура, применяемая в настоящее время на основе магнитострикционного и пьезоэлектрического эффектов для формирования и излучения мощных кратковременных акустических импульсов, достаточно дорогостояща, высокотехнологична, материалоемка и энергозатратна в своём изготовлении и эксплуатации. Кроме этого фронты формируемых ими импульсов пологи и увеличение их крутизны, т. е. мгновенной излучаемой акустической мощности ведёт к разрушению дорогостоящих излучателей.

Теоретический материал. ЭГЭ сопровождается возникновением в водной среде мощной волны сжатия, которая и может быть использована в качестве зондирующего импульса[1]. При подаче на электроды специально сформированного импульса напряжения происходит развитие искрового разряда. На первой стадии происходит последовательное прорастание стримеров от положительного электрода к отрицательному электроду. Далее при замыкании стримером обоих электродов образуется разрядный канал электрического тока, радиус которого увеличивается. При этом

сопротивление расширению со стороны окружающей канал жидкости вызывает резкое возрастание давления в оболочке канала, в силу чего явление приобретает характер взрыва.

Осуществление ЭГЭ связано с относительно медленным накоплением энергии в источнике питания и практически мгновенным её выделением в жидкой среде.

Основными действующими факторами ЭГЭ являются высокие импульсные гидравлические давления, приводящие к появлению ударных волн; значительные импульсные перемещения объёмов жидкости со скоростями порядка десятков метров в секунду; инфра- и ультразвуковые излучения.

Сущность этого способа состоит в том, что при осуществлении внутри объёма жидкости, специально сформированного импульсного электрического разряда вокруг зоны его образования возникают сверхвысокие гидравлические давления являющиеся источником зондирующего сигнала. Длительность импульса тока измеряется в микросекундах, поэтому мгновенная мощность импульса тока может достигать сотен киловатт. Крутизна фронта импульса тока определяет скорость расширения канала разряда. При подаче напряжения на разрядные электроды в несколько десятков киловольт амплитуда тока в импульсе достигает десятков ампер. Всё это обуславливает резкое и значительное возрастание давления в жидкости, вызывающее в свою очередь мощное механическое действие разряда[2].

На рис.1 приведены расчетные значения давления в канале разряда в зависимости от разрядного тока.

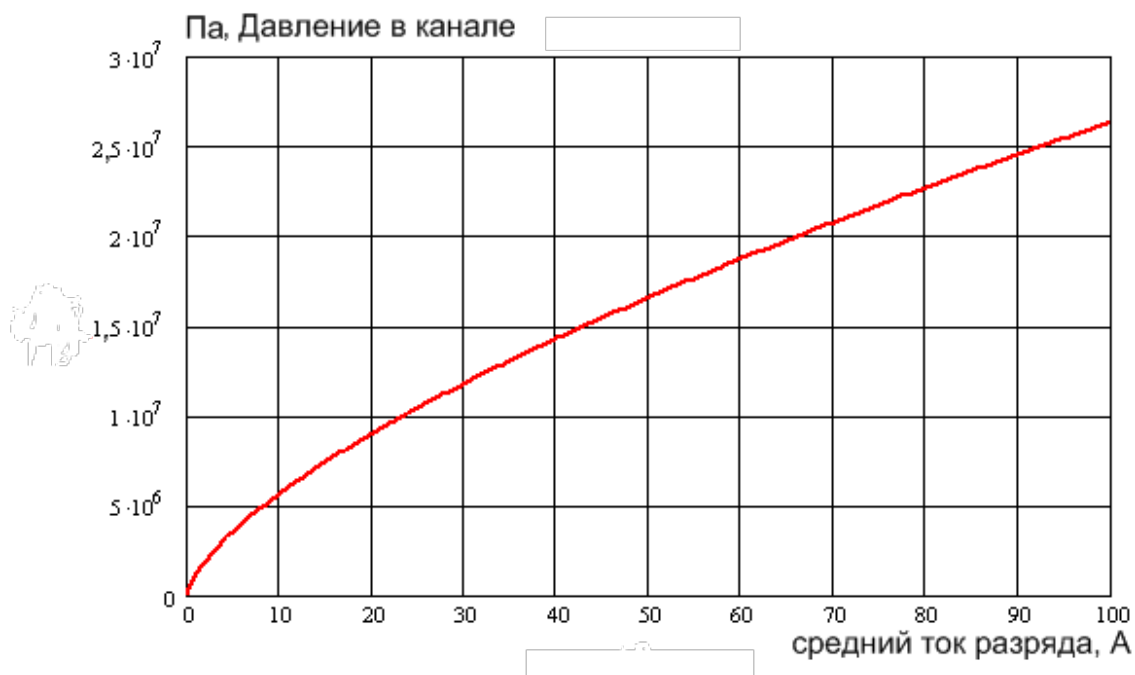


Рис.1. Давление в канале разряда в зависимости от разрядного тока.

Фактический материал. На рис.2 и рис.3 приведены конструкции электрогидравлических акустических излучателей (ЭГАИ) для геофизической сейсморазведки и морской геологоразведки.

Особенностью первой конструкции является размещение ее на необходимой глубине в специальных скважинах, пробуренных в земной породе и заполняемых водой; второй конструкции - использование ее в водной среде с плавучих средств на переносном подъёмно - опускном устройстве.

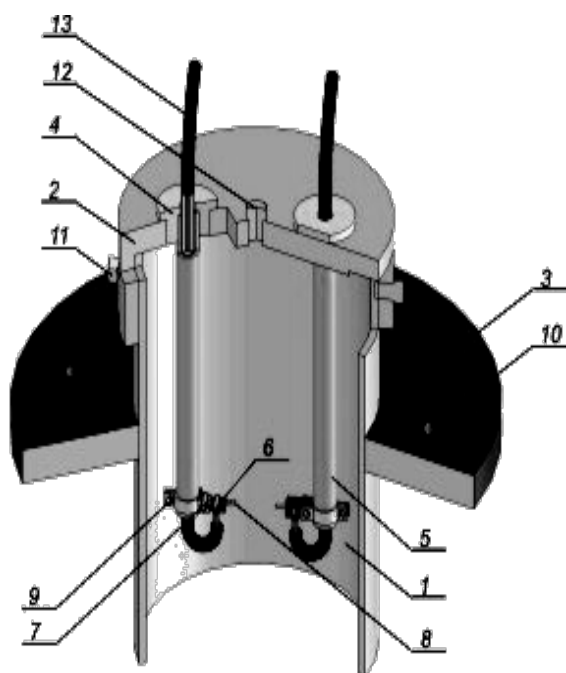


Рис. 2. Конструкция и основные элементы электрогидравлического излучателя для геофизической сейсморазведки

1-корпус; 2-крышка корпуса; 3-фланец; 4-электроизолирующая втулка ввода кабеля; 5-трубка подвода электрических кабелей к электродам; 6-держатель электродов; 7-зажим для клеммы кабеля; 8-электрод; 9-фиксатор положения держателей электродов (хомуты); 10-отверстия для установки излучателя; 11-болты крепления крышки корпуса; 12- отверстие удаления воздуха; 13-кабель подачи импульсов напряжения на электроды

Одним из основных свойств плазмы является сильное взаимодействие ее с внешними магнитными полями. Например, при расположении электродов разрядника между полюсами постоянного магнита наблюдается электромагнитное взаимодействие тока разряда и магнитного поля постоянного магнита. Ввиду того, что электрический разряд происходит в магнитном поле, электрическая дуга смещается вдоль резонатора трубы корпуса излучателя, (рис 2), что дополнительно повышает первоначальный заброс давления гидравлического удара. Импульс тока в электрической дуге

излучателя имеет колебательный характер, обусловленный тем, что емкость разрядного конденсатора электрогенератора и суммарная индуктивность токоведущих проводов с индуктивностью выходного дросселя электрогенератора образуют колебательный контур. При положительном полупериоде дуга изгибается вдоль трубы излучателя, в результате чего волна акустического давления перемещается вдоль трубы акустического резонатора. В течение времени длительности первого полупериода волна акустического давления прошла вдоль трубы акустического резонатора и, отразившись от заглушенной стенки, вернулась к электродам разрядника. В этот момент направление электрического тока в дуге меняется на противоположное, что приводит к смещению ее в обратном направлении, а это, в свою очередь, вызывает дополнительное повышение давления в акустической волне на выходе из акустического резонатора.

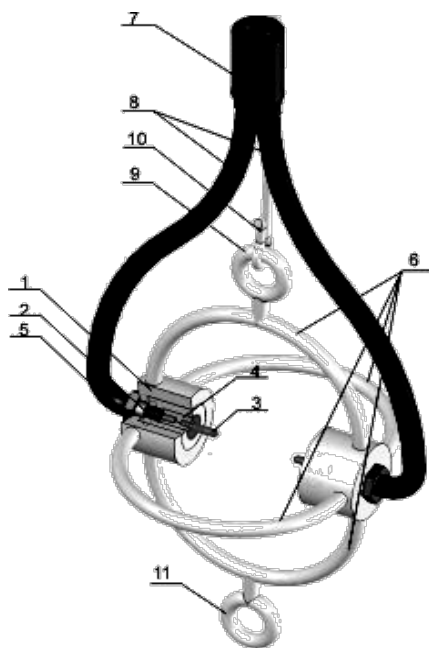


Рис. 3. Конструкция и основные элементы электрогидравлического излучателя для морской геологоразведки

1-корпус держателей электродов;2-электроизолирующая втулка держателей;3-электрод;4-держатели электродов; 5-болт-фиксатор кабеля; 6-

дуги-фиксаторы относительного положения корпусов держателей электродов; 7-термоусадочная трубка; 8-жилы электрического кабеля подачи импульсов на электроды; 9-рым-кольцо для подвеса ЭГАИ в рабочем положении; 10-линь подвеса; 11-рым-кольцо подвеса груза стабилизатора

Выводы. Таким образом, наличием акустического резонатора и магнитного поля постоянных магнитов при электроискровом разряде в воде, достигается наложение упругих волн, что приводит к увеличению амплитуды и давления в излучаемой акустической волне.

Практическое применение разработанных излучателей позволит заменить использование взрывчатых веществ при сейсморазведке, повысить стабильность параметров зондирующего излучения, т. е. улучшить повторяемость и достоверность результатов разведки, снизить затраты на её проведение.

Литература

1. Юткин Л.А. Электрогидравлический эффект и его применение в промышленности. Л.: Машиностроение, Ленингр. отд - ние, 1986. 253с.
2. Рублев В.П., Короченцев В.И., Ольшанский В.М., Кирьянов А.В.- Электрогидравлический излучатель, Патент № 2 339 054 С1, G01V 1/157 (2006.01), опубл. 20.11.2008 г., бюл. № 32.