

УДК 621.314

В.М. Рулевский, В.А. Пчельников, Ю.А. Шурыгин

НИИ автоматики и электромеханики – в области создания систем электропитания телеуправляемых необитаемых подводных аппаратов

Приведен обзор перспективных разработок систем электропитания телеуправляемых подводных аппаратов, созданных в Научно-исследовательском институте автоматики и электромеханики от момента основания института до наших дней. Приведены примеры современных систем электропитания для подводных аппаратов с предельной глубиной погружения до 6 000 м, их внедрение и эксплуатация в составе новейших кораблей морского флота РФ.

Ключевые слова: классификация, самоходные необитаемые подводные аппараты, система, кабель-трос.

doi: 10.21293/1818-0442-2017-20-3-31-34

В 70–80 годах XX в. в СССР был поставлен комплекс задач, связанный с освоением железомарганцевых руд на дне Мирового океана, так как сосредоточение на отдельных участках железомарганцевых конкреций составляло более 50% площади дна. Также ставились задачи, связанные с проведением аварийно-спасательных, обзорно-поисковых и других видов работ на морском дне, с высокой качественной достоверностью. В наибольшей степени

решению данных задач отвечали самоходные необитаемые подводные аппараты, оснащенные различной научно-исследовательской и технической аппаратурой [1].

На рис. 1 представлена классификация самоходных необитаемых подводных аппаратов. Предложенная классификация не претендует на какие-либо обязательные обобщения, а носит ознакомительный характер.

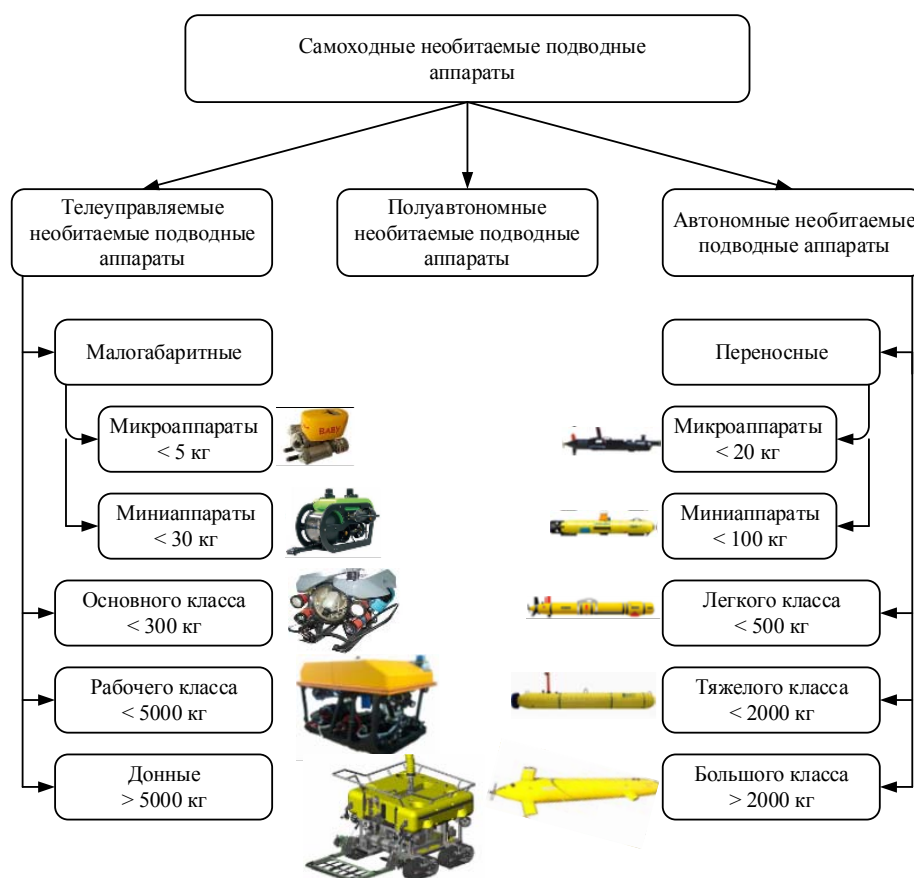


Рис. 1. Классификация самоходных необитаемых подводных аппаратов

Эффективность выполнения различного вида работ на морском дне с помощью самоходных необитаемых подводных аппаратов определяется в

значительной мере их энергетическим обеспечением, энерговооруженностью, так как использование научно-исследовательской, фотографической и те-

левиционной аппаратуры на больших глубинах (до 6 000 м) требует применения мощных осветительных приборов и устройств со значительным энергопотреблением (до 60 кВт), работающих как в длительном, так и в кратковременном режимах.

Таким образом, в 80-х годах прошлого века научно-исследовательский институт автоматики и электромеханики (НИИ АЭМ) был привлечен к выполнению ряда хозяйственных договоров, связанных с разработкой систем электропитания для буксируемых, а затем и телеуправляемых необитаемых подводных аппаратов. Заказчиками данных работ выступали ЦНИИ «Гидроприбор» и НПО «Южморгеология».

Общая схема комплекса телеуправляемого необитаемого подводного аппарата, подключенного к сети обеспечивающего судна, представлена на рис. 2.

Система электропитания телеуправляемого подводного аппарата (СЭП ТНПА) условно состоит из двух частей: системы электропитания бортовой и подводной части. СЭП бортовой части расположена на борту судна-носителя, питание которой осущест-

вляется от трехфазной судовой сети, напряжением 380 В, частотой 50 Гц. Напряжение с выхода СЭП бортовой части передается по кабель-тросу на СЭП подводной части, устанавливаемому на гараж-заглубителе и непосредственно на борту подводного аппарата.

В современных системах подводного оборудования с дистанционным управлением используется в качестве составной части гараж-заглубитель, в котором может размещаться ТНПА при его доставке на глубину и с которым подводный аппарат может соединяться относительно коротким и легким плавучим кабелем [2]. Гараж-заглубитель позволяет установить на нем часть блоков системы электропитания и управления, при этом освобождается дополнительное полезное пространство на ТНПА и снижается его вес.

Первые системы электропитания разработанные в НИИ АЭМ для ТНПА, были построены по принципу передачи энергии по кабель-тросу на постоянном токе. Структурные схемы разработанных вариантов представлены на рис. 3.

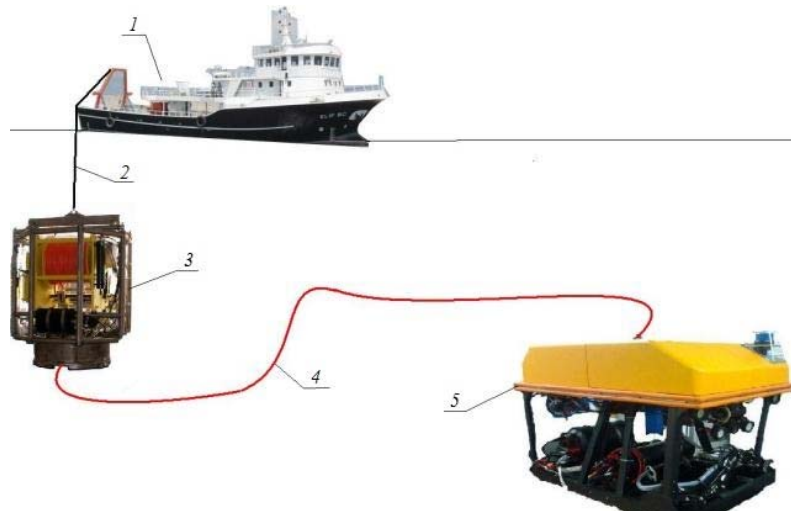


Рис. 2. Общая схема комплекса телеуправляемого необитаемого подводного аппарата: 1 – судно-носитель; 2 – кабель-трос; 3 – гараж-заглубитель; 4 – плавучий кабель; 5 – телеуправляемый необитаемый подводный аппарат

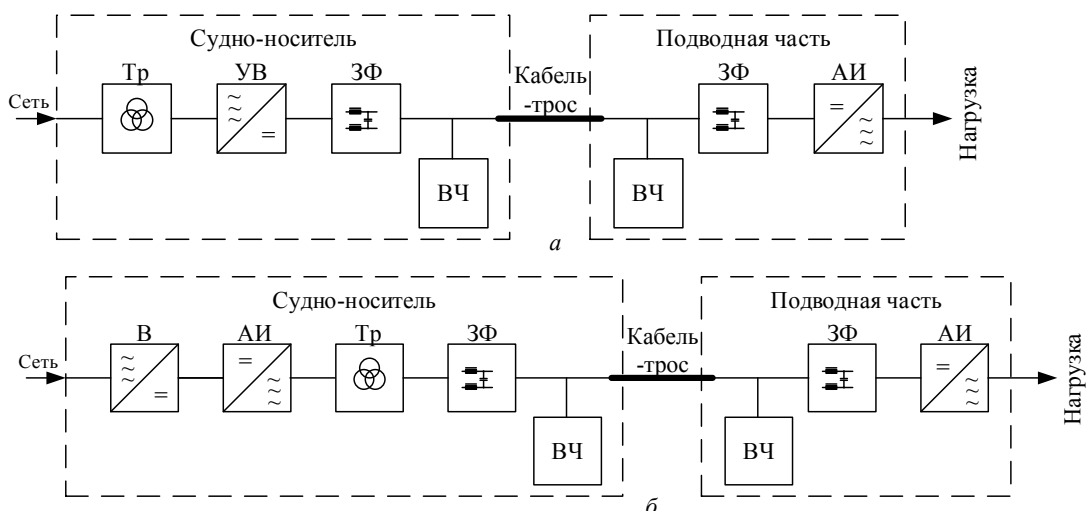


Рис. 3. Варианты систем электропитания на постоянном токе: Тр – согласующий трансформатор; УВ – управляемый выпрямитель с фильтром; ЗФ – заградительный фильтр; ВЧ – аппаратура высокочастотной связи; АИ – автономный инвертор; В – нерегулируемый выпрямитель

Недостатком СЭП (см. рис. 3, а) являются низкие массогабаритные характеристики системы, расположенной на судне-носителе, обусловленные сглаживающим фильтром и наличием согласующего трансформатора T_r , типовая (габаритная) мощность которого на частоте питающей сети 50 Гц составляет 105–110% от выходной мощности выпрямителя УВ. Реальным путем устранения указанного недостатка и улучшения электромагнитной совместимости энергетического и информационного каналов являлось введение в СЭП регулируемого выпрямителя на базе тиристорного преобразователя с фазосдвигающим трансформатором [3].

На рис. 4, 5 представлены фотографии разработанной системы электропитания и буксируемого подводного аппарата «Визит» с передачей энергии по кабель-тросу на постоянном токе для «НИПИокеангеофизика», г. Геленджик.

Разработчиками данных систем являются В.Н. Мишин, В.П. Лайер и В.М. Блынский.

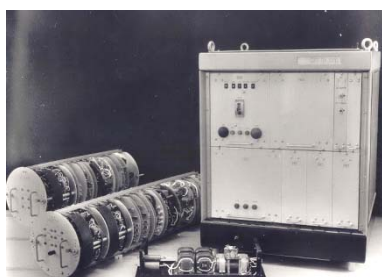


Рис. 4. Бортовая и подводная части системы электропитания подводного аппарата «Визит» (начало 80-х годов)

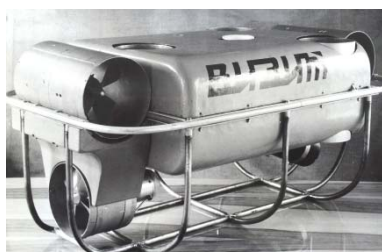


Рис. 5. Буксируемый подводный аппарат «Визит»

Примером успешной разработки системы электропитания с передачей энергии на переменном токе для ЦНИИ «Гидроприбор» является комплекс «8523М» (рис. 6). Ответственный исполнитель Б.Н. Лапин.



Рис. 6. Система электропитания комплекса «8523М» и ее разработчики (1995–1998 гг.)

В 90-х годах коллективом института были разработаны еще ряд систем для перспективных ТПА, а именно система электропитания комплекса осмотрового необитаемого подводного аппарата «Калан-500» (рис. 7), разработанная в 1997 г. для ТОО ИЦ «Глубина», г. Москва. Ответственные исполнители В.Н. Мишин и В.А. Пчельников.



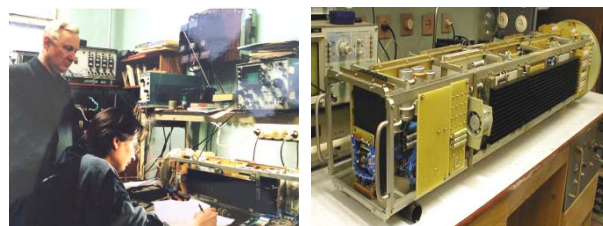
Рис. 7. Система электропитания комплекса осмотрового необитаемого подводного аппарата «Калан-500»

В начале 2000-х годов были поставлены новые задачи, связанные с разработкой более мощных ТНПА (до 30–60 кВт), а соответственно и СЭП, работающих на предельных глубинах от 2 500 до 6 000 м. Для их эффективного выполнения работ на предельных глубинах, передачи энергии большой мощности, а также увеличения удельной мощности подводной части и повышения ее надежности являлось передача энергии по кабель-тросу на переменном токе повышенной частоты.

На рис. 8 и 9 представлены системы электропитания с передачей энергии по кабель-тросу на переменном токе для телеуправляемых подводных аппаратов РТ-6000, СЭП-30 и «Абиссаль» мощностью до 30 кВт, разработанные с 2001 по 2010 г. для «НИПИокеангеофизика».



а



б

Рис. 8. Система электропитания телеуправляемого подводного аппарата «РТ-6000»: а – бортовая часть системы электропитания и подводный аппарат «РТ-6000»; б – подводная часть системы электропитания

Ответственные исполнители В.Н. Мишин, В.А. Пчельников, О.В. Бубнов и В.М. Рулевский.



Рис. 9. Система электропитания телеуправляемого подводного аппарата «СЭП-30»

В НИИ АЭМ с 2011 по 2016 г. был разработан и успешно внедрен модельный унифицированный ряд систем электропитания для телеуправляемых необитаемых подводных аппаратов мощностью 15, 30 и 60 кВт с глубиной погружения до 6 000 м.

На рис. 10 представлен вариант СЭП ТНПА мощностью 60 кВт.



Рис. 10. Система электропитания телеуправляемых необитаемых подводных аппаратов мощностью до 60 кВт

Основной авторский коллектив: В.Н. Мишин, В.А. Пчельников, В.М. Рулевский, А.Г. Юдинцев.

Данные системы построены по принципу передачи энергии по кабель-тросу на трехфазном переменном токе повышенной частоты 1 000 Гц [4, 5]. Этот принцип позволил обеспечить высокие массогабаритные показатели подводной части системы электропитания, а также простоту и высокую надежность.

Литература

1. Подводные аппараты для геологических исследований / под ред. А.М. Игнатова. – Геленджик: ПО «Южморгеология», 1990. – 92 с.
2. Ястребов В.С. Телеуправляемые подводные аппараты. – Л.: Судостроение, 1985. – 232 с.
3. Мишин В.Н. Системы электропитания телеуправляемых подводных аппаратов переменного тока мощностью свыше 10 кВт / В.Н. Мишин, В.М. Рулевский, А.Г. Юдинцев // Изв. Том. политехн. ун-та. – 2013. – Т. 322, № 4. – С. 163–167.
4. Mathematical model for the power supply system of an autonomous object with an AC power transmission over a cable rope / V.M. Rulevskiy, V.G. Bukreev, E.B. Shandarova et al. – Tomsk: IOP Conference Series: materials science and engineering, 2016. – Vol. 177(1). – Paper № 012073. – <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/177/1/012073/meta;jsessionid=8A51EE03D34FDB39213C651286128D8F.c4.iopscience.cld.iop.org>
5. Математическая модель системы электропитания телеуправляемого подводного аппарата с передачей энергии по кабель-тросу на переменном токе / В.М. Рулевский, А.А. Правикова, А.А. Ляпунов, В.Г. Букреев // Доклады ТУСУРа. – 2017. – Т. 20, № 1. – С. 131–135.

Рулевский Виктор Михайлович

Канд. техн. наук, директор
НИИ Автоматики и электромеханики (АЭМ) ТУСУРа
Тел.: +7-906-950-04-01
Эл. почта: rulevsky@niiiaem.tomsk.ru

Пчельников Виктор Алексеевич

Зам. директора по НР НИИ АЭМ
Тел.: +7 (382-2) 56-00-59
Эл. почта: pchelnikov@niiiaem.tomsk.ru

Шурыгин Юрий Алексеевич

Д-р техн. наук, первый проректор ТУСУРа,
науч. руководитель НИИ АЭМ
Тел.: +7 (382-2) 51-05-30
Эл. почта: office@tusur.ru

Rulevskiy V.M., Pchelnikov V.A., Shurygin Y.A.

Research Institute of Automation and Electromechanics – Promising Developments in the Field of Electric Power Supplies for Remotely Operated Unmanned Underwater Vehicles

The work presents an overview of promising Electric Power Supply Systems (EPSS) of Remotely Operated Underwater Vehicles (ROUV), created in the Research Institute of Automation and Electromechanics since the moment the Institute was founded to the present day. The examples of modern EPSS for ROUV with a maximum depth of immersion up to 6000 m are given. The putting into operation issues and the usage of EPSS for ROUV as essential constituents of the newest ships within the Russian Navy are also considered herein.

Keywords: electric power supply system, remotely operated unmanned underwater vehicle, cable rope, deepening garage.