

## ОПИСАНИЕ ОПЫТА

УДК 622.23.05; 69.002.5

DOI: 10.55326/22278400\_2023\_3\_

# ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ГИДРОМЕХАНИЗАЦИИ В УСЛОВИЯХ ЗАПОЛЯРЬЯ

Сергей Михайлович Штин<sup>1</sup>, Юрий Владимирович Акулич<sup>2</sup><sup>1</sup> Москва, Россия, sershtin@yandex.ru<sup>2</sup> ООО «Техразвитие», г. Александров, Владимирская обл., Россия, akulich71@gmail.com

**Аннотация.** Представлен землесосный снаряд отечественного производства для гидромеханизированных работ в прудах-отстойниках добывающих предприятий Крайнего Севера. Конструкция земснаряда позволяет вести работы как гидравлическим, так и механическим способами.

**Ключевые слова:** технический отстойник, электрический несамоходный земснаряд, грунтозаборное устройство, фрезерный разрыхлитель

**Для цитирования:** Штин С. М., Акулич Ю. В. Технические решения для гидромеханизации в условиях Заполярья // Гидротехника. 2023. № 3. С.

## DESCRIPTION OF THE EXPERIENCE

## TECHNICAL SOLUTIONS FOR HYDRAULIC EARTH-MOVING IN THE ARCTIC REGION

Sergey M. Shtin<sup>1</sup>, Yuri V. Akulich<sup>2</sup><sup>1</sup> Moscow, Russia, sershtin@yandex.ru<sup>2</sup> LLC «Tech Development», Alexandrov, Vladimir region., Russia, akulich71@gmail.com

**Abstract.** The article presents a home-produced suction dredger for operation in tailing ponds of mining enterprises in the Far North. The design of the dredger allows operator working both hydraulic and mechanical methods.

**Keywords:** tailing pond, electric-powered non-self-propelled dredger, suction head, cutter head

**For citation:** Shtin S. M., Akulich Y. V. Technical solutions for hydraulic earth-moving in the Arctic region // Hydro-technika. 2023. № 3. Pp.

**Введение**

Большинство добывающих предприятий, эксплуатирующихся в арктических условиях, имеют технические отстойники, в которых складированные грунты перерабатываются с помощью землесосных снарядов (земснарядов). Эксплуатирующие службы сталкиваются с рядом проблем, снижающих эффективность гидромеханизированных работ. В частности, ранее используемые земснаряды не были предназначены для работы в суровых климатических условиях — их оборудование выходило из строя при воздействии льда и низких температур, быстро поддавалось

коррозии, а устранение этих проблем ложилось не плечи оператора земснаряда. При этом ему приходилось находиться длительное время на открытом воздухе при отрицательных и сверхнизких температурах. Также следует отметить, что, как правило, отходы, складированные в отстойники, имеют высокий класс опасности, создавая потенциальную угрозу как окружающей среде, так и экипажу земснаряда.

Поэтому перед отечественными производителями была поставлена задача разработки земснаряда, который бы обеспечивал высокую производительность в условиях сурового клима-

та и сложных экологически опасных грунтов, длительный межремонтный период, в нем были созданы комфортные условия для экипажа. Такой земснаряд был разработан и построен для Талнахской обогатительной фабрики («Норникель») — одного из крупнейших в мире обогатительных комплексов для никелевых сульфидных руд. В техническом отстойнике фабрики (пруде-накопителе) складировались отходы, которые в процессе отстоя и продолжающихся химических процессов спекаются и представляют достаточно сложные грунты для вторичной разработки способом гидро-

механизации с целью их повторного возврата в технологический процесс. Помимо обозначенных задач производителю необходимо было учесть среду работы земснаряда (повышенная кислотность) и обеспечить одновременно механический и гидравлический способы рыхления грунтов, что стало принципиально новым подходом к созданию такого рода земснарядов. Совместно со специалистами Талнахской обогатительной фабрики в эту работу включились специалисты российской компании ООО «Техразвитие», имеющие достаточный опыт как в изготовлении стандартного гидромеханизированного оборудования, так и в решении нестандартных задач высокой технологической сложности.

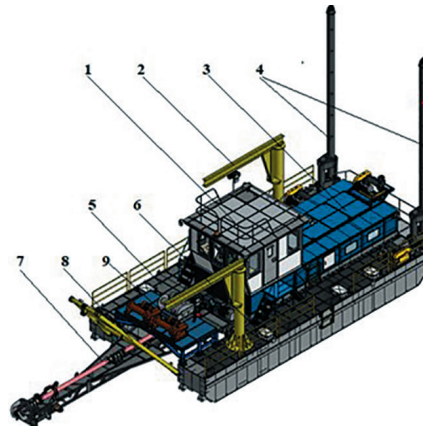
Таким образом, в результате совместной работы была утверждена конструкция земснаряда, которая обеспечивает его круглогодичную работу в условиях большого перепада температур окружающей среды (от  $-50$  до  $+40$  °С), при максимальной силе ветра до 35 м/с, в химически агрессивной кислой атмосфере, при высокой влажности и концентрации мелкодисперсной пыли и испарений.

#### Землесосный снаряд для работы в условиях Заполярья

Новый земснаряд имеет следующие характеристики.

Земснаряд электрический марки G-MODUL®: земснаряд несамостоятельный, с электрическим приводом насоса, блочный, сборно-разборный (изготовитель ООО «Техразвитие»). Конструкция земснаряда представлена на рис. 1.

Земснаряд G-MODUL® 400/4 соответствует требованиям таких нормативных документов, как: «Общие технические условия на изделия машиностроения», «Правила устройства электроустановок», «Санитарные правила для судов внутреннего плавания», «Единые правила безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом». Все конструктивные элементы и оборудование земснаряда российского производства имеют антикоррозионные защитные покрытия, увеличивающие их срок службы и повышающие надежность.



**Рисунок 1**  
Земснаряд электрический марки G-MODUL® для условий Заполярья: 1 — рубка управления; 2 — грузоподъемное устройство; 3 — центральный понтон (машинный зал); 4 — сваи прикольные; 5 — боковой понтон; 6 — леерное ограждение; 7 — грунтозаборная рама с фрезерным рыхлителем и гидроразрывом; 8 — портал; 9 — рама лебедок (рамоподъемная и папильонажные лебедки)

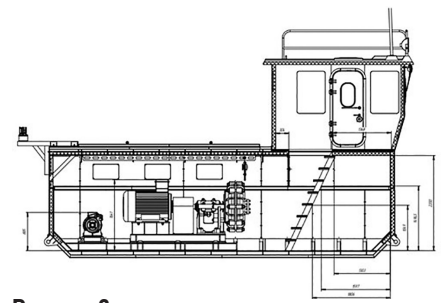
Корпус земснаряда состоит из плавающих понтонов, устойчивых к агрессивной среде и несущих на себе установленное технологическое оборудование: грунтозаборное устройство, грузоподъемные механизмы, папильонажные лебедки и закорные сваи для перемещения, а также рубку управления (багерскую), в которой размещены органы дистанционного управления всеми механизмами. Рубка управления и все другие обитаемые зоны земснаряда имеют конту-

**Таблица 1**  
Технические характеристики землесосного снаряда G-MODUL® 400/4

Тип земснаряда	плавающий, блочный, сборно-разборный, несамостоятельный
Способ перемещения в забое	свайно-тросовый
Категория разрабатываемых грунтов	I–IV
Глубина разработки	до 8 м
Напор	до 40 м вод. ст.
Производительность по пульпе	до 400 м <sup>3</sup> /час
Привод грунтового насоса	электрический
Тип рыхлителя	гидравлический и фрезерный с электрическим приводом
Габаритные размеры земснаряда:	
Длина	20 033 мм
Ширина (с установленными понтонами)	6316 мм
Высота (без учета закорных свай)	5472 мм
Расчетная снаряженная масса земснаряда	48 771 кг

**Таблица 2**  
Корпус земснаряда

Тип корпуса	трюмный, сборно-разборный
Количество понтонов	3 шт. (1 центральный и 2 боковых)
Тип соединения понтонов	болтовое, посредством фланцев вдоль судна



**Рисунок 2**  
Модульный утепленный блок

ры утепления, оснащены системами обогрева и вентиляции. Технические характеристики земснаряда показаны в табл. 1, 2.

Центральный понтон (рис. 2; табл. 3, 4) представляет собой модульный утепленный блок, имеющий выход (вход) непосредственно в рубку управления — для обеспечения условий работы при отрицательных температурах без выхода персонала наружу.

Рубка земснаряда (багерская) утеплена, площадь 3 м<sup>2</sup>. В рубке предусмотрены три кресла (машинист или оператор земснаряда и два члена экипажа), кондиционирование воздуха до санитарных норм в летний период, система обогрева и поддержания нормального микроклимата в зимнее время.

Рабочее место оператора оснащено радиями — тремя комплектами с зарядным устройством, эхолотом, монитором контроля параметров работы земснаряда (глубина разработки, производительность, температура,



**Рисунок 3**  
Пульт управления землесосным снарядом

давление). Для наблюдения за оборудованием машинного зала предусмотрена система видеонаблюдения. Рубка оснащена двумя дверьми на вход и выход и прямым входом в машинный зал. Остеклена двойным стеклопакетом для спецтехники зимнего исполнения. Управление и обслуживание всеми агрегатами и механизмами осуществляется из рубки одним работником (рис. 3).

Характеристики электронасосного агрегата (землесоса) представлены в табл. 5, характеристики рамы грунтозаборного устройства и фрезерного разрыхлителя (рис. 4) показаны в табл. 6.

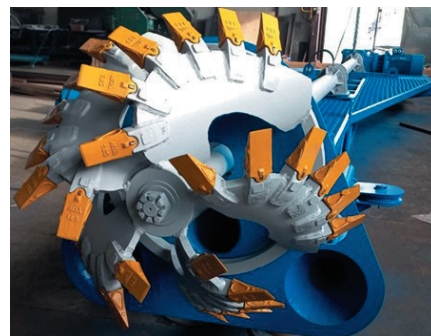
Принципиально новая система гидроразмыва (гидравлического

рыхления, совмещенная с системой фрезерного рыхления) грунта работает от центробежного насоса, установленного в машинном отделении, с забором воды из-за борта. Вода от насоса гидроразмыва поступает по трубопроводу на раме грунтозаборного устройства, из которого через сопла подается в лобовую часть забоя, разрушая и взвешивая грунт для последующего его всасывания трубой всасывающего пульпопровода грунтового насоса. Трубопровод гидроразмыва на раме соединен с машинным отделением гибким напорным пульпопроводом (рукавом).

#### Принципы работы земснаряда

Для перемещения земснаряда в забое (папильонирования) он оснащен свайно-тросовой системой перемещения, состоящей из трех папильонажных лебедок ЛМ-25 грузоподъемностью 2,5 т и двух закорных свай, оснащенных лебедками для их подъема и опускания. Отличительной особенностью является то, что материал всех канатов выполнен из нержавеющей стали А4, а материалом изготовления свай является сталь 09Г2С.

Система технического водоснабжения основана на использовании горизонтального шламового насоса G-PUMP 1,5/1 М-СП-2 производитель-



**Рисунок 4**  
Фрезерный рыхлитель со сменными режущими клыками, валовая линия, грунтозаборная рама

ностью 150 м<sup>3</sup>/час и мощностью 22 кВт.

Для получения высокой производительности при разработке грунтов с помощью данного земснаряда ему необходимо создать забой, в основание которого он будет упираться рамой грунтозаборного устройства. Чем выше стена забоя от того места, где находится конец рамы, тем больше грунта будет обрушаться под действием гидроразмыва или фрезерного рыхлителя. Приемлемой высотой можно считать 3–5 м. Технология формирования забоя традиционная, но в данном случае обеспечивается выбор гидравлического или фрезерного рыхления, в зависимости от характера слоистого грунта.

Для создания забоя сначала многократными проходами вперед-назад делается так называемая траншея, которая далее расширяется минимум до 15 м, чтобы получился полноценный забой. Затем, планомерно передвигаясь вдоль стены с одного края забоя на другой, размывается или разрыхляется порода и подбирается во всасывающий пульпопровод. Постепенно стена забоя расширяется и удлиняется. Суть данных действий в том, что подмытая стена грунта рушится не сразу, а через некоторое время, и, если двигаться вдоль стены забоя, видно, как вследствие обрушения грунт оставляет на поверхности воды характерную пену из мелкой взвеси породы. Далее при движении грунтозаборной рамы в обратном направлении подбирается осыпавшийся грунт, и стена подмывается более глубоко. То есть, таким образом, двигаясь вдоль стены из стороны в сторону, производится постоянный обвал и подбор грунта, что

**Таблица 3**  
Характеристики центрального понтона

Исполнение	трюмное
Назначение	установка основного оборудования
Габаритные размеры	
Длина	8233 мм
Ширина	3120 мм
Высота	2626 мм
Материалы	
Каркас	Сталь 09Г2С
Обшивка, наружные элементы и защитные полозья на днище	Сталь 12Х18Н10Т
Обшивка надстройки	Сталь 3пс

**Таблица 4**  
Боковые понтоны

Количество	2 шт. (правый и левый)
Габаритные размеры (без закорных свай ограждения и лестниц)	
Длина	12 086 мм
Ширина	1600 мм
Высота	1575 мм
Материалы:	
Каркас	Сталь 09Г2С
Обшивка, наружные элементы и защитные полозья на днище	Сталь 12Х18Н10Т
Форма носовой части	усеченный конус

и обеспечивает заданную техническую производительность земснаряда.

#### Система перемещения (папильонирования)

Папильонирование — перемещение земснаряда поперек разрабатываемой прорези при разработке грунта, обеспечивающее постоянный контакт между грунтозаборным устройством и породой в процессе ее выемки.

Свайно-тросовое папильонирование производят с помощью закордных свай, расположенных на корме земснаряда, и двух папильонажных лебедок, соединенных с береговыми или закладными якорями. Одна из свай, опущенная до закола на дно, образует неподвижную ось вращения для земснаряда. С помощью соответствующих кнопок на пульте управления, при выборе троса одной папильонажной лебедки с одновременным травлением троса другой лебедки земснаряд поворачивается вокруг сваи, и грунтозаборное устройство описывает дугу (рис. 5).

Земснаряд оснащен рамподъемной лебедкой, позволяющей изменить глубину погружения грунтозаборного устройства, в зависимости от необходимой глубины разработки, и фиксировать угол наклона.

Контроль за разработкой забоя осуществляется трехмерной системой позиционирования Nonius SlurryMeter+CSD, которая также обеспечивает и контроль учета производительности землесоса (рис. 6). Система дает возможность оператору (багермейстеру) видеть положение земснаряда относительно карты глубин, положение грунтозаборного устройства относительно рельефа дна, проектной глубины и проектных границ. Кроме того, оператор

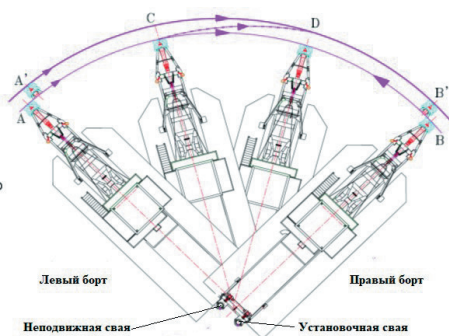


Рисунок 5  
Схема перемещения земснаряда в забое

Таблица 5  
Характеристики землесоса

Расположение	в трюме центрального понтона
Марка насоса	G-PUMP® 6/4в-06-М-СП-2 УХЛ2
Тип	горизонтальный шламовый высоконапорный насос
Производительность по пульпе	400 м3/час
Развиваемый напор	40 м вод. ст.
Оснащение	Устройство плавного пуска
Диаметр всасывающего патрубка	152 мм
Диаметр напорного патрубка	102 мм
Марка электродвигателя	AIP355M8
Тип электродвигателя	асинхронный, общепромышленный, с ЧП
Мощность электродвигателя	160 кВт
Напряжение питания	380 В

Таблица 6  
Рама грунтозаборного устройства и фрезерный рыхлитель

Расположение	на боковых понтонах, посредством шарнирных опор
Материал рамы	12X18H10T
Длина грунтозаборного устройства	10900 мм
Оснащение	• фрезерный рыхлитель с электромеханическим приводом; • эжекторная насадка для гидроразмыва
Фрезерный рыхлитель	
Длина валовой линии фрезы	10 820 мм
Диаметр фрезы	800 мм
Длина фрезы	700 мм
Привод фрезы	мотор-редуктор
Тип редуктора	цилиндроконический КА 127 23,91 62 55×1500 M10
Мощность	55 кВт
Устройство гидроразмыва	
Напорный насос гидроразмыва	G-PUMP 3/2-33-М-СП-2
Электродвигатель насоса	AIC225 M 2
Мощность	55 кВт
Расположение	в машинном зале центрального понтона

всегда может определить, на каких участках работы производились, а на каких еще нет. Также в реальном времени багермейстер может контролировать производительность как по пульпе, так и по сухому материалу.

Для обеспечения безопасной работы земснаряда и его технического обслуживания при ремонте технологического оборудования он имеет:

- Кран консольный (расположен на каждом борте для удобства работ), монтируется на колонне, свободностоящий с ручным поворотом стрелы и электроприводом тали ГОСТ 19811–90. Марка ККСр 1,0–4,0–3,7, грузоподъемность 1 т.

- Леерное ограждение (съемное, на болтовых соединениях), выполненное из стали 12X18H10T.

- Спасательное оборудование.
- Шлюпка рабочая предельной грузоподъемностью 700 кг, материал обшивки — сталь 12X18H10T.

#### Заключение

Новый земснаряд имеет ряд преимуществ перед другими эксплуатирующимися в арктических условиях машинами:

- обеспечивает возможность рыхления грунтов как механическим, так и гидравлическим способом, который оператор может выбирать, исходя из условий работы и своего опыта;
- конструкция земснаряда, система управления им, технология создания забоя обеспечивают большую маневренность, возможность работать в самых

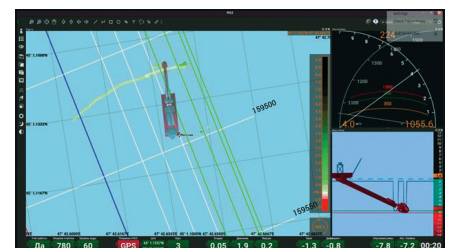


Рисунок 6  
Трехмерная система позиционирования и контроля учета производительности земснаряда

неблагоприятных условиях, тем самым повышая производительность работ;

- помимо защитных антикоррозионных покрытий, впервые в конструкции применена нержавеющая сталь, обеспечивающая длительную работу уязвимых узлов земснаряда;
- утепленная рубка, оснащение земснаряда трехмерной системой позиционирования значительно улучшают условия работы оператора.

Земснаряд прошел проверку специальным органом по серти-



**Рисунок 7**  
**Земснаряд G-MODUL®**

фикации продукции. Уникальный номер записи — аккредитации

в реестре аккредитованных лиц: RA.RU.11HA65, внесен в реестр сведений об аккредитованном лице — 10.08.201.

Земснаряд спущен на воду и введен в эксплуатацию в соответствии с графиком в июне 2023 года (рис. 7).

Мониторинг работы нового земснаряда позволит определить дальнейшие перспективы строительства землесосных машин для работы в сложнейших условиях Арктики.

**Информация об авторах**

**Сергей Михайлович Штин** — горный инженер, к.т. н., доцент, заслуженный работник Минтопэнерго России  
**Юрий Владимирович Акулич** — генеральный директор ООО «Техразвитие»

**Information about the authors**

**Sergey M. Shtin** — mining engineer, candidate of technical Sciences, associate Professor honored worker of the Ministry of fuel and energy of Russia  
**Yuri V. Akulich** — General Director of LLC «Tech Development»

**Информация о статье**

Статья поступила в редакцию 11.07.2023; одобрена после рецензирования 3.08.2023; принята к публикации 15.08.2023.

**Article info**

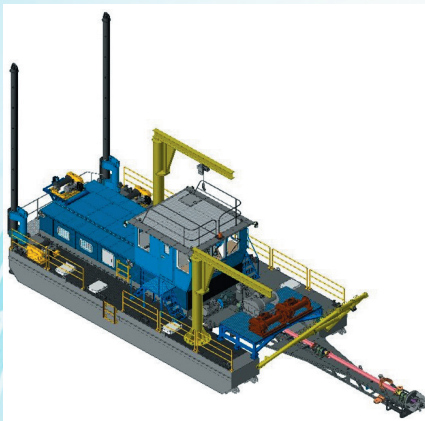
The article was submitted 11.07.2023; approved after reviewing 3.08.2023; accepted for publication 15.08.2023.



**ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «ТЕХРАЗВИТИЕ»**

601650 Владимирская обл., г. Александров, ул. Ленина, д. 13/5  
Тел. +7 (910)-679-00-71, E-mail: tehrazvitie@bk.ru, www.tehrzv.ru

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ИЗГОТОВЛЕНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ ГИДРОМЕХАНИЗАЦИИ**



- Земснаряды производительностью от 80 до 2000 м<sup>3</sup>/час с различными типами рыхления грунта
- Земснаряды для добычи торфа и сапропеля с применением специальных грунтозаборных устройств
- Земснаряды многочерпаковые малого и среднего класса
- Земснаряды с роторным рыхлителем
- Земснаряды самоходные класса «Амфибия» с экскаваторной стрелой
- Зубчатые (сменные коронки) фрезерные рыхлители с гидроприводом
- Плавающие самоходные платформы
- Гидромониторы: ГМН-150, ГМН-250, ГМН-350
- Лебедки папильонажные и рамоподъемные с автоукладчиком и натяжителем стального троса



На правах рекламы