

# КАК ВЫБРАТЬ СТАЦИОНАРНЫЕ ЗЕМСНАРЯДЫ

			
Штанговый земснаряд с обратной лопатой	Многочерпаковый земснаряд	Грейферный земснаряд	Земснаряд со свободным всасыванием
			
Земснаряд для глубокой разработки с роторным рыхлителем	Земснаряд с роторным рыхлителем	Земснаряд с фрезерным рыхлителем	Земснаряд на гусеничном ходу

Небольшие стационарные серийные и построенные по заказу земснаряды применяются в самых разных обстоятельствах и оснащаются различным оборудованием. Хотя опыт в дноуглублении и знакомство с новейшими технологиями часто подвигают людей на выбор по интуиции, однако накопленный в течение многих лет опыт в выборе судов, средств и приспособлений указывает, что только пошаговая системная процедура может обеспечить выбор наилучшего земснаряда и помочь избежать неприятных сюрпризов. Для выбора земснаряда, оптимального в каждой конкретной ситуации по сочетанию производительности, мощности и экономичности, требуется системный подход, и именно с этой целью MTI Holland, научно-исследовательский институт компании ИНС Merwede, разработал систему, основанную на базе данных. В данной статье описываются важнейшие аспекты, влияющие на выбор, и типы доступных небольших земснарядов.

## Граничные условия

Очень важно заранее спланировать любой проект производства дноуглубительных работ, помня старую добрую голландскую поговорку: *gissen is missen, meten is weten* («гадать — прогадать, измерить — знать»). Часто дноуглубительные работы, кажущиеся простыми, на самом деле оказываются очень сложными и требующими нестандартных решений. Даже для небольших проектов очень важно выполнить всесторонние исследования района дноуглубительных работ и провести надлежащую подготовку проекта, потому что только этим можно ограничить возможность неудач. Тщательный подбор оборудования занимает много времени, но экономит большие суммы денег. Критерии выбора определяются типом грунта и работ, логистикой, окружающей средой и другими (например, юридическими) ограничивающими факторами.

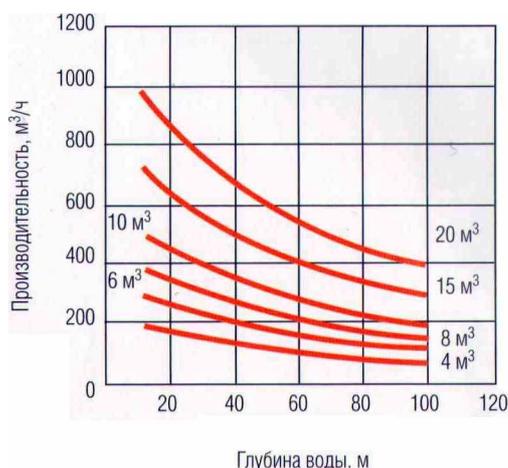


Рис. 1. Теоретическая диаграмма производительности грейферного земснаряда ИНС

## Характеристики грунта

Очевидно, что характеристики грунта имеют важнейшее значение, т. к. первопричиной производства дноуглубительных работ является необходимость перемещения грунта. Поэтому тщательное изучение грунта имеет важнейшее значение в любом проекте во избежание нежелательной ситуации, когда фактические условия потребуют использования совершенно другого земснаряда, а не того, который был запланирован для данных работ. Кроме того, такие характеристики грунта, как гранулометрический состав, определяют производительность земснаряда и степень износа оборудования, которую придется учитывать. Фактически, характеристики грунта оказывают влияние на весь процесс дноуглубительных работ.

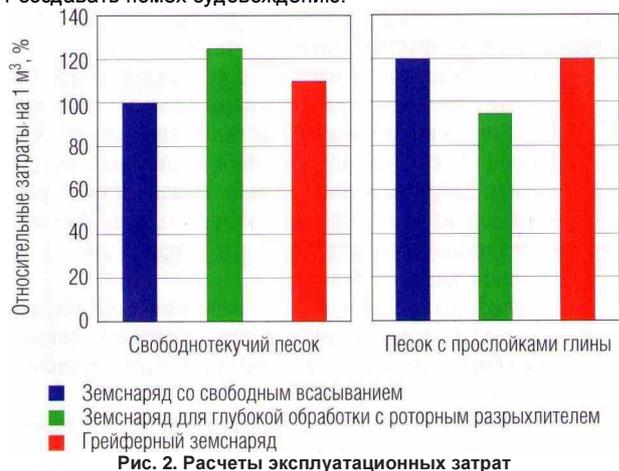
## Типы дноуглубительных работ

Тип работы диктует нам выбор: точность и селективность или производительность. В некоторых горнорудных проектах, а особенно в природоохранных проектах, требуется высокий уровень точности. В горном деле важно отделить вскрышу от минералосодержащих песков. При природоохранных дноуглубительных работах загрязненный верхний слой должен быть отделен от незагрязненного нижнего слоя при минимальном смешивании этих двух слоев. С другой стороны, при добыче песка и гравия (ПГС) главным является производительность. Методы классификации часто основаны на постоянной подаче сравнительно сухого материала, что может потребовать разработки грунта с высокой концентрацией. Объем, который нужно извлечь в течение заданного времени, и глубина разработки определяют необходимую мощность земснаряда. Разработки водоемов характеризуются глубинами, часто превышающими 50 м, но в некоторых случаях глубина добычи ПГС намного больше.

## Логистика

Доступность и маневренность в определенных пределах диктуют выбор размера и мобильности земснаряда: монопонтонная, мультипонтонная или понтон-контейнерная конструкция необходима. Для небольших ирригационных и осушительных проектов обычно требуются разборные «дорожно-мобильные» земснаряды. Проекты строительства и

ремонтного черпания на судоходных путях, в гаванях и на реках требуют таких рабочих процедур и конструктивных особенностей, которые не будут создавать помех судовождению.



### Условия на месте работ

Погода, волнение, приливы, течения и глубины могут предъявить требования к конструкции и рабочим процессам, особенно в прибрежной зоне, открытом море или в бурных реках. К таким проектам, когда связь между эффективностью дноуглубительных работ и мореходными качествами земснаряда определяет его характеристики, относятся проекты намыва пляжей и траншей на морском дне, схемы перемещения песка.

### Прочее

Строгие ограничения на дноуглубительные работы могут накладываться и другие требования, например юридические или экологические: необходимость радикально снизить уровень шума или загрязнений, создаваемых в процессе дноуглубительных работ. Сюда также могут быть включены такие факторы, как эксплуатационная готовность, время доставки или многофункциональность: возможность использования земснаряда в нескольких разных проектах. Многие факторы, влияющие на выбор дноуглубительного оборудования, можно проанализировать уже после исследования района дноуглубительных работ и учесть при оценке проекта. Естественно, что в процессе выбора важно определить факторы, сильнее всего влияющие на дноуглубительные работы. На рис. 3 приведена диаграмма применения земснарядов в зависимости от двух важнейших критериев отбора: характеристик грунта и глубины разработки. На выбор также влияют и экономические соображения. Большие инвестиционные затраты следует оценить в сравнении с альтернативами, которые, возможно, и меньше подходят для рассматриваемого проекта, но требуют меньших вложений. С другой стороны, можно выбрать более дорогой земснаряд, если его рабочие характеристики снижают цену 1 м³ разрабатываемого грунта в сравнении с более дешевым, но менее эффективным земснарядом.

### Процесс производства дноуглубительных работ

Прежде чем выбрать земснаряд, следует понять процесс производства дноуглубительных работ. В таблице показаны различные фазы процесса дноуглубительных работ и практические значения для земснарядов нескольких типов. Для правильной оценки следует рассмотреть влияние каждого фактора на последовательные фазы процесса дноуглубительных работ. В компании MTI Holland разработана система баз данных, в которой определяется и оценивается эффект каждого ограничивающего фактора для земснарядов различного типа. Путем введения соответствующих критериев в эту систему можно автоматически получить наиболее подходящий земснаряд. Если результаты технической оценки дают более одного решения, экономическое сравнение расчетов эксплуатационных расходов предоставляет дальнейшую информацию. Расчет эксплуатационных расходов также встроен в эту систему. Таким образом, можно очень быстро получить ценную информацию для обоснования выбора определенного земснаряда.

### Стандартные земснаряды ИНС

Признавая важность характеристик грунта, полезно знать, какой тип земснаряда следует применять для определенного грунта и какой тип земснаряда нам нужен в конкретном проекте как наиболее эффективный. Вторым важным фактором является глубина разработки. Не говоря уже о том, что для всякого судна существует предел глубины опускания грунтозаборного устройства, глубина и производительность находятся между собой в обратной зависимости, потому что с увеличением глубины увеличивается продолжительность цикла дноуглубительных работ. Это может изменить погружной насос.

Ниже следует краткое описание характеристик стационарных земснарядов ИНС Merwede.

Таблица. Различные фазы процесса дноуглубительных работ и практические значения для земснарядов нескольких типов

Земснаряд	Штанговый земснаряд с обратной лопатой					
	Нарушение связности грунта	Дноуглубительный инструмент	Вертикальная транспортировка	Силы реакции		Горизонтальная транспортировка
				Усилие выработки	Силы, вызываемые погодой	
Земснаряд с фрезерным рыхлителем	Механическое	Фреза	Гидравлическая	Якорные оттяжки, закальные сваи		Гидравлическая
Земснаряд с роторным рыхлителем		Роторная фреза		Якорные оттяжки		
Земснаряд со свободным всасыванием	Гидравлическое	Гидроразрыв		Закальные сваи	Свайные гусеницы	
Земснаряд на гусеничном ходу	Механическое	Донная дисковая фреза	Механическая черпаковая цепь	Якорные оттяжки	Якорные оттяжки	Баржи, ленточный
Многочерпаковый земснаряд		Черпак		Масса грейфера	Закальные сваи	
Грейферный земснаряд		Грейфер	Механическая лебедка	Закальные сваи	Закальные сваи	Баржи
Штанговый земснаряд с обратной лопатой		Ковш	Механическая			Баржи

### **Земснаряд с фрезерным рыхлителем**

Это наиболее широко применяемый тип земснаряда. Его популярность обязана следующим характеристикам:

- ◆ Подходит почти для любого типа грунта, включая рыхлый грунт и грунт средней прочности. Некоторые пластичные глины забивают фрезу
- ◆ Благодаря своим хорошим допускам по глубине перебора создает довольно ровный профиль дна.
- ◆ Максимальная глубина разработки определяется не грунтовым насосом, а усилием разрыхления грунта, передаваемым через раму фрезы.

Недостатком земснарядов с фрезой является ограниченная способность непрерывной работы в фарватерах и гаванях — они могут создавать помехи для судовождения.

Обычно земснаряды с фрезой применяются для строительства каналов (новых), гаваней и т. д., для намыва земель, для удаления вскрыши и перемещения хвостов в горнорудных проектах. Так как все чаще проекты реализуются в удаленных местностях или там, где нет возможности подхода судов, возрастает значение их перевозки по автомобильным и железным дорогам. ИНС уже адаптировала свои высококомбинированные модульные земснаряды Beaver к международным стандартам контейнеров и строит серию земснарядов с фрезерным и роторным рыхлителями, состоящих исключительно из модулей контейнерного размера. Особо выделяется «экологическая фреза», которая после испытаний в лаборатории MTH Holland была установлена на Beaver 600 и успешно применена для снятия тонкого слоя загрязненных отложений на озере Балатон в Венгрии

### **Земснаряд с роторным рыхлителем**

В этом типе сочетаются преимущества земснаряда с фрезой, имеющей гидравлический привод, и механического многочерпакового земснаряда:

- ◆ Рыхление грунта производится более качественно за счет формы режущей кромки, по всей длине наиболее близкой к оптимальной, но ввиду особенностей конструктивного исполнения и ограниченной мощности привода такой земснаряд менее пригоден для очень твердых пород. Роторная фреза избирательна и может обеспечить плоский профиль дна.
- ◆ Процесс резания одинаковый при папильонировании на правый и на левый борт, что повышает рабочие характеристики и обеспечивает более равномерную подачу и высокую концентрацию пульпы благодаря погружному насосу.
- ◆ Забивание ротора пластичной глиной предотвращается при помощи выступа-скребка между черпаками без днища, входящего в приемник всасывающей трубы.
- ◆ Большие камни, пни и т. д. редко забивают земснаряд, потому что они не могут проникнуть в систему.

Избирательность и способность выдавать пульпу высокой концентрации делают земснаряд с ротором хорошо подходящим для горнорудных работ и добычи ПГС. В основном земснаряд с ротором очень хорошо подходит для разработки грунта с высоким содержанием глины, например в карьерах ПГС с неоднородными включениями глины. Специальное предназначение земснаряда с ротором — это добыча ПГС глубокого залегания. Схема дноуглубительного процесса подобна земснаряду со свободным всасыванием, но с добавлением ротора, чтобы справиться с прослойками глины. При глубине разработки до 45 м и плотности пульпы до 1,7 т/м<sup>3</sup> свободнотекучей ПГС этот тип земснаряда очень хорошо зарекомендовал себя в Нидерландах.

### **Земснаряд со свободным всасыванием**

Это самый старый тип гидравлического земснаряда, работающий по принципу засасывания грунта в приемную трубу. Для разрыхления грунта и придания ему текучести часто применяется гидроразрыв. Режущие и скребковые движения экскавационных земснарядов здесь отсутствуют, и сравнительно легко достичь глубины разработки 50 м. Новой и экономичной концепцией является погружной насос с прямым приводом от главного дизеля через поворотный редуктор на раме. Основные характеристики следующие:

- ◆ Сравнительно простая машина, хорошо разрабатывающая рыхлые грунты, например песок и гравий, но не применима для плотных слоев глины или цементированного песка.
- ◆ Обычно не годится для работы в фарватерах; максимально допустимая волна 1 м, в зависимости от размера земснаряда, но в перспективе создание системы компенсации качки для этого типа земснарядов.
- ◆ Профиль дна непредсказуем.
- ◆ Земснаряды этого типа в основном применяются для добычи ПГС в защищенных водах. Они также полезны для ремонтного черпания, намыва и дноуглубительных работ в водохранилищах.

Стандартные земснаряды Beaver с рыхлителями можно легко конвертировать в земснаряды со свободным всасыванием путем демонтажа фрезы с системой привода и установки всасывающей трубы с гидроразрывом.

### **Земснаряд на гусеничном ходу**

Этот земснаряд-амфибия с рыхлителем способен самостоятельно подниматься на гусеничных опорах, которые также могут работать как сваи. Основные особенности:

- ◆ Может использоваться для большинства типов грунта, но не очень хорошо разрабатывает твердые грунты и породы, не справляется с большими камнями. Определенные типы глины разрабатываются с помощью донной дисковой фрезы.
- ◆ Благодаря «гусеничным закольным сваям» ему не мешают ни течения, ни волны, при условии, что они не доходят до понтона. Якоря не нужны, поэтому земснаряд обладает необычайной мобильностью.
- ◆ Так как понтон этого земснаряда устанавливается в очень устойчивое положение на четырех опорах, то он хорошо подходит для точных работ и особенно, когда применяется донная дисковая или экологическая фреза.

Такой земснаряд годится для небольших проектов, как, например, ремонтное черпание ирригационных систем и малых водных путей. Другие возможные виды применения — это природоохранные дноуглубительные работы, дноуглубление в прибрежной зоне и разработка месторождений.

### **Многочерпаковый земснаряд**

Этот старинный тип земснаряда во многих аспектах уступает землесосным снарядам. Хотя они дороже в эксплуатации и более громоздки по сравнению с землесосными снарядами и им нужны баржи или плавучие ленточные конвейеры для транспортировки грунта, эти механические земснаряды могут оказаться практичны, когда извлекаемый материал должен быть сравнительно сухим, и в определенных обстоятельствах все еще обладают преимуществами. В основном многочерпаковые земснаряды применяются там, где работа затрудняется наличием грунтов различного типа, и при добыче ценных минералов, таких как олово, алмазы и золото. Одним из последних достижений является применение гусеничных звеньев Caterpillar в черпаковой цепи, что значительно снижает уровень шума черпаков. Экономичная и простая конструкция в сочетании с уменьшением скорости износа могут помочь многочерпаковому земснаряду получить новую жизнь.

### **Грейферный земснаряд**

Установленный на понтоне стандартный кран или неподвижный портал с грейфером, управляемым тросом или электрогидравлическим способом. Дноуглубительные работы с применением грейферного земснаряда — это прерывистый процесс, в котором производительность определяется объемом ковша и временем цикла. Основные характеристики:

- ◆ Особенно хорошо подходит для больших глубин, может справляться со сравнительно большими камнями.

- ♦ Легок в управлении, недорог, но со сравнительно низкой производительностью, если это не мультигрейферная модель. Объем грейфера при работе с тросом может достигать до 35 м<sup>3</sup>, а с электрогидравлическим приводом редко более 12 м<sup>3</sup>.
- ♦ Производительность грейферных земснарядов, например мелиоративных, зависит от степени связанности грунта. Грейферы с гидравлическим приводом могут развивать большие режущие усилия, но с плотными грунтами не справляются. Производительность ограничивается необходимостью частой перестановки.
- ♦ Избирательность, профиль дна и работоспособность при сильном волнении или течении не являются сильными сторонами грейферных земснарядов. Обычно грейферный земснаряд портального типа успешно применяется для добычи ПГС и дноуглубления в водоемах с большими глубинами. Грейферный земснаряд кранового типа многофункционален и хорошо зарекомендовал себя в строительстве, ремонтном черпании и в некоторых экологических проектах.

### Штанговый земснаряд с обратной лопатой

Конструкция такого земснаряда тоже базируется на использовании крана, но в данном случае это обратная лопата, установленная на понтоне с несколькими закальными сваями. Обратная лопата превосходно работает благодаря развитию большой силы резания грунта при помощи гидропривода. Мощность определяется типом обратной лопаты, но она обратно пропорциональна глубине. Кроме ковша, обратная лопата может быть оснащена рядом других инструментов, например грейфером, рыхлителем или даже свайным молотом. Основные характеристики:

- ♦ Может разрабатывать большинство грунтов, и со сменными рыхлителями даже твердые породы.
- ♦ Самоподъемный понтон может работать при сильном волнении и течении.

Гидравлический экскаватор производит разработку грунта с более точным профилем дна; высока степень избирательности. Такие системы контроля, как XPM (Excavator Position Monitor), могут существенно повысить производительность и точность работы земснаряда.

Земснаряд с обратной лопатой может использоваться для твердых пород или образования траншей в море. В основном он применяется в специальных проектах и для ремонтного черпания тогда, когда малая производительность не проблема, но требуется высокая избирательность. Многофункциональность земснаряда с обратной лопатой делает его разумным выбором для выполнения не крупных проектов.

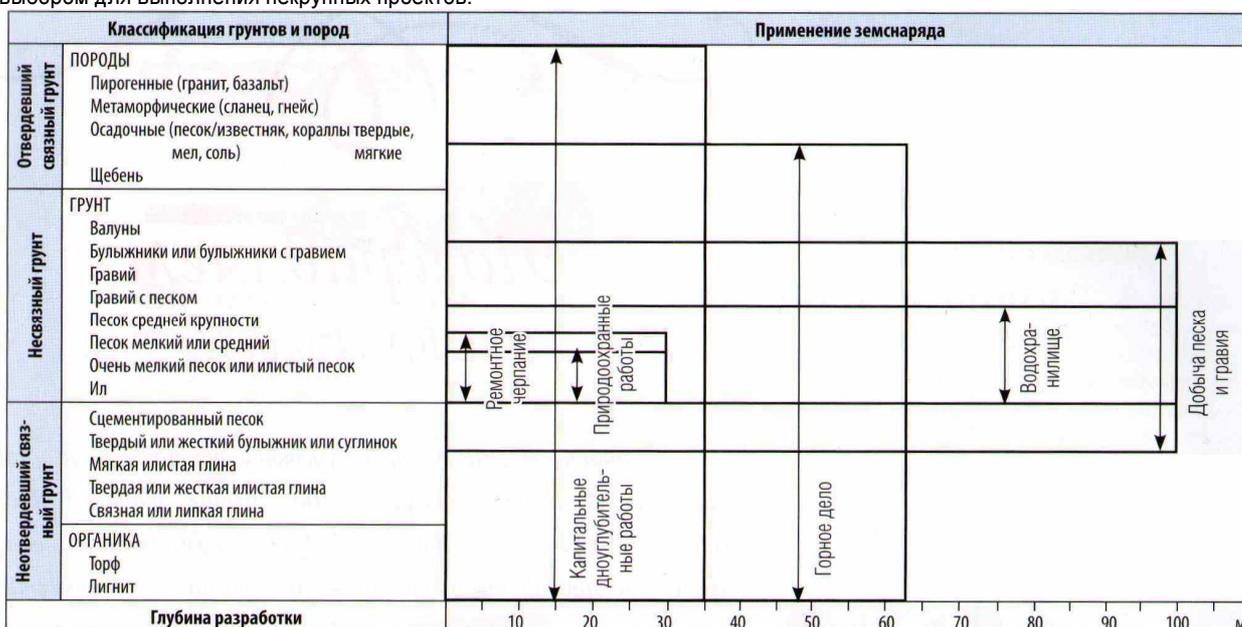


Рис. 3

### Заключение

Очевидно, что характеристики грунта и глубина являются решающими параметрами при оценке проекта. Мало таких подрядчиков, которые попытаются прорыть канал при помощи земснаряда со свободным всасыванием или попробуют свое мастерство в восстановлении пляжа при помощи многочерпакового земснаряда. При сравнении ряда стандартных стационарных земснарядов с предстоящей работой, как показано на рис. 3, становится совершенно ясно, что для этой работы есть готовое оборудование. Однако для выполнения особых задач всегда будет существовать потребность в земснарядах, строящихся согласно техническим условиям заказчика, или, а это уже специфика компании ИНС, потребность в стандартных земснарядах с дополнительными стандартными приспособлениями и приборами по выбору заказчика. Правильное планирование проекта и системный подход к выбору методов и дноуглубительного оборудования имеют важнейшее значение для реализации любого проекта. Для разумного выбора требуется полное понимание плюсов и минусов имеющегося дноуглубительного оборудования, его взаимодействия с различными грунтами, влияния граничных факторов окружающей среды, таких как волнение, течения, климат, судходность, расстояние до выгрузки извлекаемого грунта, и важно посоветоваться с экспертами в этой области. ИНС Merwede сочетает знание дноуглубительного оборудования с практическим опытом и с научными исследованиями технологий дноуглубительных работ.

Статья из журнала Port & Dredging предоставлена представительством IHC Holland BV