

## **Теоретическая концепция добычи твёрдых полезных ископаемых морского и океанического дна при помощи камуфлетно-гидромониторного эрлифтного метода.**

### **Информация об авторах**

ФБГОУ ВО «Владивостокский государственный университет» (Владивосток, Россия), ул. Гоголя, 41, г. Владивосток, Приморский край, Россия, 690014

**Педан Н.Р.** Аспирант. Специалист кафедры горного дела ВВГУ.  
Эл.почта: [MyName@NikPedan.ru](mailto:MyName@NikPedan.ru) тел. +79244352989

**Васянович Ю.А.** Профессор ДВФУ. Д-р техн. наук, Зав. кафедры горного дела ВВГУ.  
эл.почта: [Vasyanovich\\_2011@mail.ru](mailto:Vasyanovich_2011@mail.ru) тел. +79020775988

**Кузнецов П.А.** Руководитель инженерной школы ВВГУ.  
эл.почта: [Petr.Kuznetsov@vvsu.ru](mailto:Petr.Kuznetsov@vvsu.ru) тел. +79084494495

***Аннотация:** Данная научная работа подчеркивает актуальность поиска новых способов добычи ресурсов в условиях их ограниченности. В работе рассматривается универсальный метод, который позволяет эффективно и безопасно извлекать полезные ископаемые с морского дна, учитывая экологические и экономические параметры. Основное внимание уделяется инновационным технологиям, необходимым для преодоления сложностей, связанных с особенностями морской среды. Концепция включает в себя системный подход к разработке месторождений, что требует учета различных факторов, таких как географические, гидрологические и экологические аспекты*

***Ключевые слова:** камуфлетный взрыв, ВВ, гидромонитор, эрлифт, добыча полезных ископаемых, твёрдые полезные ископаемые, морское дно*

### **Введение**

В современном мире, где ресурсы Земли становятся всё более ограниченными, поиск новых способов добычи твёрдых полезных ископаемых приобретает особую актуальность. Одним из перспективных направлений является разработка месторождений на морском дне. Однако этот процесс сопряжён с рядом сложностей, связанных с особенностями среды и необходимостью применения инновационных технологий.

Морское дно требует индивидуального подхода и специфических технологий для эффективной и безопасной добычи полезных ископаемых, учитывая заданные экологические и экономические параметры. Но концепция добычи твёрдых полезных ископаемых, предлагаемая в данной работе является универсальным методом для морского дна.

Актуальность исследования методов добычи глубоководных твёрдых полезных ископаемых представляется очевидной на фоне глобальных изменений в структуре потребления ресурсов. В условиях исчерпания наземных запасов минеральных ресурсов, морское дно становится все более привлекательным объектом для разработки. Однако, несмотря на потенциальные выгоды, условия добычи в морях сопряжены с высокими рисками, включая экологические катастрофы и разрушение подводных экосистем.

**Целью исследования** является разработка и внедрение инновационного камуфлетно-гидромониторного эрлифтного метода для эффективной и безопасной добычи твёрдых полезных ископаемых с морского дна, с учетом экологических и экономических параметров.

**К задачам** данного исследования относятся:

1. Провести анализ существующих методов добычи полезных ископаемых с морского дна и выявить их недостатки.
2. Разработать технологическую схему камуфлетно-гидромониторного эрлифтного метода, включая этапы взрыва, гидромониторинга и извлечения.
3. Оценить влияние различных параметров (глубина, тип взрывчатого вещества, направление прострела) на эффективность процесса добычи.
4. Исследовать экологические последствия применения нового метода и разработать рекомендации по минимизации рисков.

В данной статье представлены несколько ключевых **методов исследования**, направленных на разработку и оптимизацию нового подхода к добыче глубоководных твёрдых полезных ископаемых с морского дна. Основные методы включают:

1. Анализ существующих методов добычи: В рамках исследования проведен критический анализ традиционных методов извлечения полезных ископаемых, что позволило выявить их недостатки и обосновать необходимость внедрения инновационных технологий. Это включает в себя изучение существующих практик и их воздействия на морскую экосистему.

2. Геологоразведка: Одним из центральных аспектов исследования является детальное изучение структуры морского дна и физических свойств извлекаемых минералов. Данные геологоразведки служат основой для разработки эффективных методов добычи и минимизации экологических рисков, связанных с процессом извлечения ресурсов.

3. Экологическая оценка: В рамках исследования осуществляется комплексная оценка потенциального воздействия на окружающую среду, включая анализ рисков, связанных с экологическими катастрофами и разрушением подводных экосистем. Это позволяет разработать рекомендации по минимизации негативного влияния на морскую среду.

4. Системный подход: Исследование предполагает учет различных факторов, таких как географические, гидрологические и экологические аспекты, что способствует разработке комплексного подхода к добыче полезных ископаемых с морского дна. Такой подход обеспечивает более эффективное и безопасное извлечение ресурсов, учитывающее все возможные риски и последствия.

Концепция автора предполагает детальное изучение структуры морского дна, физических и химических свойств извлекаемых минералов, а также прогнозирование последствий взрыва. Важно отметить, что эффективность применения камуфлетного взрыва зависит от сочетания данных геологоразведки и современных технологий, таких как моделирование и компьютерные расчёты.

Предлагаемая автором теоретическая концепция добычи глубоководных твердых полезных ископаемых на морском дне действительно предлагает эффективное решение многих проблем, связанных с традиционными методами добычи. Рассмотрим его ключевые аспекты и преимущества:

**1. Минимальное воздействие на окружающую среду:**

Данный метод не затрагивает на постоянной основе поверхностные слои морского и океанического дна, что минимизирует воздействие на окружающую водную среду [1,2].

**2. Учет геологических условий:**

Взрывчатое вещество применяется с учетом геологических условий, что позволяет избежать распространения ударных волн и шоковых явлений за пределами зоны взрыва.

**3. Преимущества метода:**

- Снижение воздействия на окружающую среду.
- Уменьшение риска распространения длительных ударных волн и шоковых явлений.
- Более точное и контролируемое разрушение горных пород.

Этот метод позволяет эффективно добывать твердые глубоководные полезные ископаемые, минимизируя негативное воздействие на окружающую морскую среду и обеспечивая более безопасные условия работы.

На сегодняшний день добыча полезных ископаемых ограничивается лишь поверхностными слоями морского дна, что существенно снижает возможности оптимального использования доступных ресурсов. Однако глубоководные твердые полезные ископаемые, залегающие непосредственно в недрах морского дна, представляют собой значительный и практически неосвоенный потенциал. В связи с этим в данной статье рассматривается разработка нового метода добычи глубоководных твердых полезных ископаемых, которые залегают непосредственно в недрах морского дна, а не на его поверхности. Данный метод включает этапы разработки глубоководных твердых месторождений такие как: камуфлетный взрыв, гидромонитор и эрлифт.

Далее более подробно рассмотрим каждый этап предлагаемой концепции по порядку.

## **Камуфлетный взрыв**

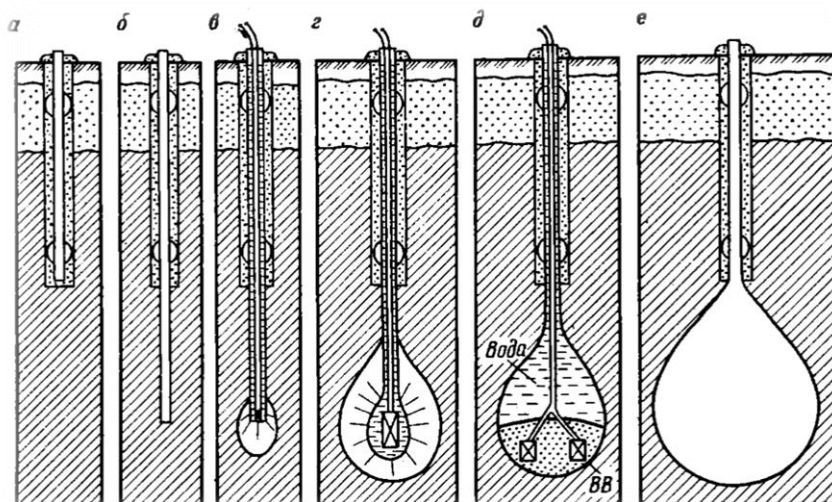
**Камуфлетное взрывание** - опережающее взрывание рассредоточенных зарядов в сквозных скважинах без проявления разрушающего эффекта на поверхности забоя выработки, выполняемое, в частности, с целью образования зоны трещинообразования вокруг заряда для частичной дегазации пластов, их динамической разгрузки и предварительного разрыхления массива. [3]

**Камуфлетный заряд** [заряд камуфлета] - заряд взрывчатого вещества, размещенный внутри взрываемого объекта, действие которого не проявляется на поверхности и ограничивается образованием полости за счет уплотнения и измельчения прилегающей к заряду породы. [4]

**Применение камуфлетного взрывания** при отработке глубоководных месторождений открывает новые горизонты в добыче полезных ископаемых благодаря нескольким ключевым преимуществам:

1. **Создание полостей:** при камуфлетном взрыве на морском дне образуется полость сферической или эллиптической формы, объём которой может варьироваться от 50 до 1000 раз больше объёма заряда. Этот процесс позволяет эффективно извлекать ценные минералы, такие как металлосодержащие руды. Однако, важным моментом является внимательное планирование расположения взрывов, чтобы избежать ненужного разрушения морского дна и воздействия на морскую флору и фауну. Необходимо также проводить мониторинг состояния морского дна до и после взрыва, чтобы оценить возможные изменения и минимизировать вред.
2. **Разнообразие применений:** Метод камуфлетного взрыва может быть использован не только для добычи твёрдых полезных ископаемых на морском дне, но также для сооружения подводных хранилищ для жидких и газообразных продуктов, таких как нефть и природный газ. Это может включать создание ёмкостей для захоронения отходов производства на дне морей и океанов, что требует строгого соблюдения экологических норм и правил управления отходами. При проектировании хранилищ необходимо учитывать возможное влияние на морскую экосистему и вести контроль за состоянием окружающей среды.
3. **Управление напряжённо-деформированным состоянием массива горных пород:** Камуфлетное взрывание применяется для создания зон трещиноватости вокруг места взрыва, что способствует разупрочнению и дегазации угольных пластов, увеличению коэффициента извлечения нефти и газа из пластов, а также измельчению пород для последующего подземного выщелачивания.
4. **Безопасность и экологичность:** В скальных породах объём зон уплотнения и разрушения не превышает 15 объёмов заряда, что минимизирует негативное воздействие на окружающую среду.

### Технология камуфлетного взрывания на морском дне



**Рисунок 1.** Этапы камуфлетного взрывания  
 а — бурение скважины на начальный размер; б — обсадка скважины (цементация затрубного пространства и бурение скважины на конечный размер); в — первый «прострел» скважины; г — второй «прострел» скважины; д — взрыв основного заряда взрывчатого вещества (ВВ); е — готовое подземное хранилище

**Первым этапом (а)**, камуфлетного взрывания на морском дне является бурение скважины на начальный размер. Этот процесс начинается с выбора места для бурения, где учитываются геологические и геофизические характеристики местности. На этом этапе используются буровые установки, способные пробурить скважину в зависимости от её проектной глубины и диаметра. Качество бурения критически важно, так как оно определяет последующие этапы работы.

**На втором этапе (б)**, обсадка скважины, осуществляется установка обсадной трубы, а также цементация затрубного пространства. Этот процесс важен для защиты стенок скважины от обрушения и для предотвращения попадания посторонних жидкостей и газов в скважину. Цементация включает в себя заполнение пространства между стенками скважины и обсадной трубой специальной цементной смесью, которая после затвердевания образует прочный и герметичный барьер. Этапы цементации скважины включают в себя:

1. **Подготовка.** Проверка и очистка обсадной трубы, также установка специальных приспособлений для контроля процесса
2. **Подача цементной смеси.** Равномерная заливка цементной смеси в затрубное пространство.
3. **Уплотнение.** Удаление воздуха из цементной смеси. Применение вибраторов для уплотнения смеси.
4. **Затвердевание.** Ожидание и контроль времени от зависимости условий и требований

На морском дне при большой глубине цементация скважины имеет свои особенности и требует дополнительных мер предосторожности и технологий. В зависимости от условий может применяться разная технология цементации (одноступенчатая, двуступенчатая, обратная и др.)

После завершения цементации также выполняется бурение скважины на конечный размер. Это позволяет обеспечить необходимую ширину и глубину для последующих операций, таких как прострелов.

**Третий этап (в)**, первый «прострел», заключается в осуществлении направленного воздействия на образованное подземное глубоководное хранилище. На данном этапе с помощью специального оборудования и технологий осуществляется подготовка к инициации взрывного заряда. Прострел представляет собой пробитие стенок скважины для создания пор, через которые впоследствии будет осуществляться доступ к залегающим ресурсам или пространство для хранения.

При выполнении данного этапа важно учитывать параметры, такие как глубина и направление прострела, а также выбор типа взрывчатого вещества [5,6]. Первые прострелы могут быть сделаны во множестве направлений, чтобы обеспечить максимальную эффективность процесса и создать наилучшие условия для доступа и хранения необходимых веществ.

**Второй «прострел» (г)** скважины выполняется после анализа результатов первого. На данном этапе проводятся более целенаправленные действия с целью оптимизации структуры подземного хранилища и оценки его производительности. Этот этап является критически важным, так как он позволяет выявить слабые места и оптимизировать их для дальнейшего взрывного воздействия.

Второй прострел может также включать в себя наложение дополнительных параметров, позволяющих улучшить характеристики созданного подземного хранилища. В зависимости от полученных результатов на предыдущем этапе, могут быть использованы различные методики и технологии для достижения наилучшего результата.

**Четвертый этап (д)** является основным, в нём заключается непосредственно взрыв основного заряда взрывчатого вещества (ВВ)

**Пятый этап (е)** является окончательным. Готовое подземное хранилище готовое к отработке полезного ископаемого.

## Гидромонитор

Гидромонитор (от гидро... и англ. monitor – проверять, контролировать), аппарат для формирования и управления движением (полётом) высокоскоростной водяной струи. [7,8]

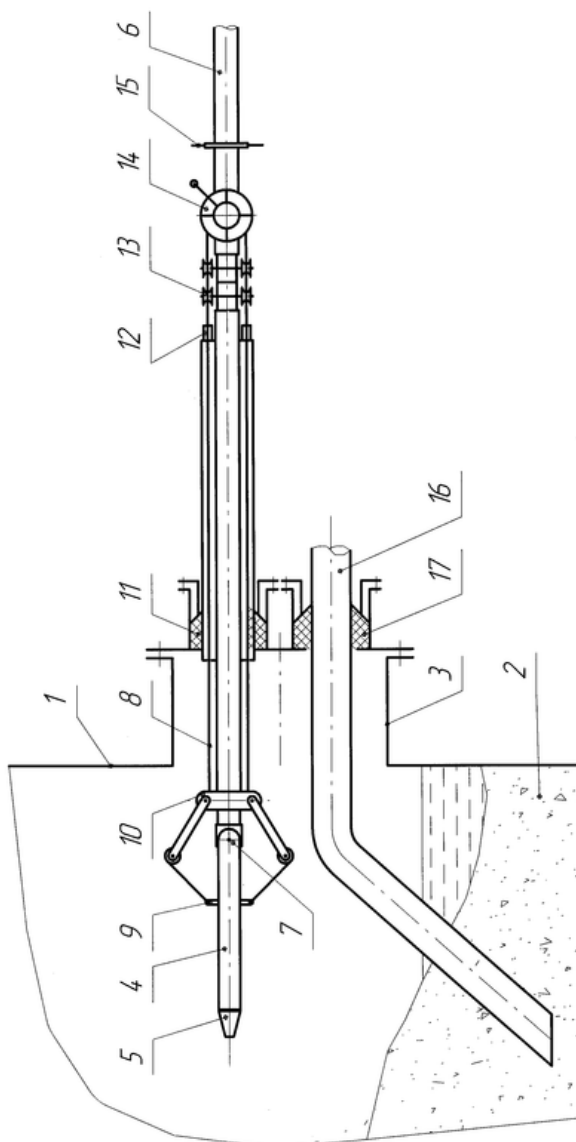


Рисунок 2. Схема устройства гидромонитора.

- 1- Камуфлетное хранилище, 2 – донные отложения, 3 – боковая стенка, 4 – ствол, 5 – сопло, 6 – шарнир, 7 – трос, 8 – опора для троса, 9 – кронштейн с направляющими роликами, 10 – ввод напорного трубопровода, 11 – сальниковое уплотнение, 12 – уплотнение выхода троса, 13 – опорные ролики, 14 – барабан, 15 – ручка управления положением напорного трубопровода, 16 – эрлифт, 17 – сальниковое уплотнение эрлифта.

Гидромониторы могут быть стационарными или мобильными, что позволяет их адаптировать под конкретные условия работы и требования проекта. Основное преимущество гидромониторов заключается в том, что они обеспечивают высокую производительность при сравнительно низких эксплуатационных затратах.

Гидромонитор играет одну из ключевых ролей в предлагаемом автором методе благодаря своей способности эффективно разрушать и перемещать материалы без необходимости применения громоздкого и дорогостоящего оборудования. Они не только способствуют более быстрому и эффективному извлечению глубоководных полезных ископаемых, но и помогают минимизировать экологические риски, связанные с процессом добычи на морском дне.

Одним из важнейших аспектов применения гидромонитора является его способность работать в условиях, когда доступ к ресурсам ограничен. Например, в горнодобывающей отрасли, где часто имеются ограничения по пространству, гидромониторы могут использоваться для бурения и разрушения пород, не прибегая к необходимости расширения рабочих площадок. Это значительно снижает затраты и время, требуемое для осуществления операций.

Кроме того, современные гидромониторы могут быть оснащены различными насадками и соплами, позволяющими изменять направление и давление струи, что дает возможность адаптироваться под разнообразные условия эксплуатации. Это особенно важно, учитывая разнообразие геологических формаций.

## Эрлифт

Эрлифт (англ. air – воздух, lift – поднимать), подъемник для газлифтной добычи жидких полезных ископаемых, в котором для подачи жидкости используют сжатый атмосферный воздух. Также эрлифт используется в коммунально-бытовых целях. [9]

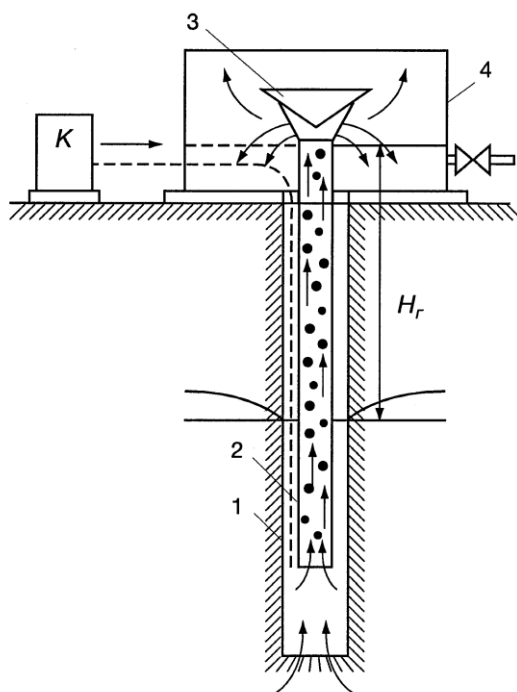


Рисунок 3. Схема работы эрлифта

1 – Обсадная труба (скважина), 2 – Водопроводная труба, 3 – Отбойный корпус, 4 – Резервуар,  $H_r$  – практическая высота применения эрлифта (200 м.)

Эрлифт — это метод, использующий разность плотностей для поднятия взвешенных частиц и минералов на поверхность. Он широко применяется в горном деле для подъема

материалов с большого глубинного уровня на поверхность. В сочетании с камуфлетным взрыванием этот метод позволяет эффективно извлекать полезные ископаемые, такие как золото, серебро, медь и другие, содержащиеся в осадочных породах.

Принцип работы эрлифта достаточно прост. Взрыв разрушает твердые породы, после чего образовавшийся осадок, содержащий полезные ископаемые, смешивается с водой. Затем в обсадную трубу (скважину) опускается водопроводная труба и с помощью компрессорной установки снижается давление, при этом изменяя плотность взорванной массы в скважине, что в свою очередь позволяет поднимать взвешенные частицы на поверхность. По закону сообщающихся сосудов между столбами жидкости в кольцевом пространстве между трубами (1) и (2) и более легкой смеси в водоподъемной трубе устанавливается равновесие. Столб воды в обсадной трубе выдавливает вверх столб смеси в подъемной трубе. При ударе об отбойный корпус (3) смесь выделяет воздух, а вода собирается в резервуаре (4). На практике с помощью эрлифтов удается поднимать воду на высоту (Н г) до 200 метров, но теоретические расчёты позволяют разработать методику, при которой эрлифтная установка позволит поднимать взвешенные частицы не только на сотни, но и тысячи метров вверх [10,11].

Использование эрлифта значительно упрощает и ускоряет процесс добычи, что становится особенно важным при работе на больших глубинах, где традиционные методы могут быть неэффективны.

### **Камуфлетно-гидромониторный эрлифтный метод. Принцип действия.**

Освоение твёрдых минеральных ресурсов дна морей и океанов с помощью предлагаемой автором концепции предлагает включать в себя следующие этапы:

- 1. Подбор места и размещение оборудования.** На первом этапе необходимо определить место, где будет установлено основное оборудование и поддерживающие конструкции. Это место должно быть выбрано с учётом географических, гидрологических и экологических факторов, чтобы минимизировать воздействие на морскую экосистему и обеспечить безопасность работы. Затем необходимо установить оборудование для бурения и взрывания, способные работать на глубинах, характерных для данной местности. Они должны быть оборудованы специальными устройствами, позволяющими бурить в условиях подводной среды.
- 2. Бурение скважин.** На втором этапе необходимо пробурить скважины в местах залегания полезных ископаемых. Скважины должны быть расположены на достаточном расстоянии друг от друга, чтобы избежать разрушения пород между ними.
- 3. Размещение взрывчатых веществ.** На третьем этапе необходимо разместить взрывчатые вещества в скважинах. Количество взрывчатых веществ и их тип зависят от типа полезных ископаемых и глубины залегания.
- 4. Камуфлетный взрыв.** На четвёртом этапе необходимо произвести камуфлетный взрыв. При этом образуется временная полость, которая может использоваться для добычи полезных ископаемых.
- 5. Гидромонитор.** На пятом этапе необходимо использовать гидромонитор для создания эмульсии в хранилище. Сопло гидромонитора вводится в то же устье скважины через которое проводилось бурение, после чего установка приступает к работе.
- 6. Эрлифт.** На шестом этапе необходимо использовать эрлифты для подъема эмульсии наверх.

**Камуфлетное хранилище**, принцип создания которого описано выше, представляет собой специально спроектированную конструкцию, предназначенную для временного хранения взорванной горной массы. Оно служит важным этапом в процессе обработки горных пород, позволяя организовать эффективный перевод массивов после взрывных работ. Создание такого хранилища позволяет избежать потерь, связанных с различными породами, и способствует лучшему контролю за всеми этапами переработки сырья. Функционирование камуфлетного хранилища обеспечивает равномерное распределение нагрузки на технику, занятая в процессе дальнейшего размыва.

Одним из ключевых этапов работы с камуфлетным хранилищем является **размыв** взорванной горной массы. Этот процесс осуществляется с помощью гидромониторов — специализированных устройств, которые используют поток воды под высоким давлением для разрушения и перемещения горных пород. Гидромониторы представляют собой высокоэффективные инструменты, позволяющие в значительной степени ускорить процесс извлечения полезных ископаемых. На начальном этапе мощные струи воды размывают взорванные массивы, превращая их в пульпу, которая представляет собой водную суспензию частиц горной породы.

Размыв является не только технологическим процессом, но и важным этапом, определяющим чистоту и качество получаемого конечного продукта. Использование гидромониторов позволяет эффективно удалять мелкие частицы породы и извлекать необходимые полезные ископаемые, что в свою очередь улучшает общие показатели работы предприятия. Более того, данный процесс также способствует минимизации воздействия на окружающую среду, поскольку позволяет аккумулировать отходы и организовано их перерабатывать.

После завершения этапа размыва происходят дальнейшие действия, связанные с подъемом пульпы на поверхность. Это осуществляется с помощью **эрлифтов** — специальных подъемных установок, которые эффективно перемещают пульпу из нижних уровней на поверхность для дальнейшей обработки. Принцип работы эрлифта достаточно прост. Эрлифты работают на принципе поднятия водной суспензии с использованием различных механизмов, что позволяет организовать данный процесс максимально эффективно и с минимальными затратами. Использование эрлифта значительно упрощает и ускоряет процесс добычи, что становится особенно важным при работе на больших глубинах, где традиционные методы могут быть неэффективны.

Выбор эрлифтов как средства для подъема пульпы также обусловлен их высокой производительностью и надежностью. Они могут обрабатывать большие объемы пульпы, обеспечивая бесперебойную работу всего производственного процесса. Более того, эрлифты способны работать в сложных условиях, что является важным аспектом для горнодобывающей отрасли, где доступ к ресурсам порой сопровождается различными трудностями.

Эффективность всего метода, основанного на сочетании камуфлетного хранилища, размыва с помощью гидромониторов и подъема пульпы эрлифтом, проявляется не только в снижении производственных затрат, но и в повышении качества конечного продукта. Это, в свою очередь, благоприятно сказывается на экономических показателях предприятия и позволяет повысить его конкурентоспособность на рынке. Рассматривая применение данного метода, следует отметить важность комплексного подхода и его влияние на устойчивое развитие горной отрасли в целом.

В данном контексте можно ввести новый термин: **"Камуфлетно-гидромониторный эрлифтный метод"**, который объединяет все ключевые элементы процесса и подчеркивает его инновационность и эффективность.

### **Заключение**

В условиях глобального истощения наземных запасов минеральных ресурсов, необходимость в разработке новых технологий для эффективной и безопасной добычи полезных ископаемых становится всё более актуальной. Научная работа, посвящённая камуфлетно-гидромониторному эрлифтному методу, представляет собой значимый вклад в эту область, предлагая инновационный подход к освоению глубоководных месторождений.

В ходе работы была разработана универсальная концепция добычи твердых полезных ископаемых с морского дна, которая учитывает как экологические, так и экономические параметры. Цель исследования, заключающаяся в создании эффективного и безопасного метода добычи, была достигнута.

Ключевым аспектом данной концепции является использование камуфлетного взрыва, который позволяет создавать временные полости на морском дне без разрушительного воздействия на его поверхность. Это открывает новые горизонты для извлечения ценных минералов, таких как металлосодержащие руды, и минимизирует негативное воздействие на морскую экосистему. Важно отметить, что успешное применение этой технологии требует тщательного планирования и мониторинга, чтобы избежать разрушения подводных экосистем и сохранить биологическое разнообразие.

Этапы, описанные в работе, от подбора места и размещения оборудования до бурения скважин и размещения взрывчатых веществ, демонстрируют системный подход к разработке месторождений. Каждый из этих этапов требует учёта географических, гидрологических и экологических факторов, что подчеркивает важность междисциплинарного подхода в данной области. Применение современных технологий, таких как моделирование и компьютерные расчёты, позволяет более точно прогнозировать последствия взрывов и оптимизировать процесс добычи.

Кроме того, работа акцентирует внимание на необходимости детального изучения структуры морского дна и физических свойств извлекаемых минералов. Это знание является основой для разработки эффективных методов добычи и минимизации рисков, связанных с экологическими катастрофами. В условиях растущего интереса к глубоководным ресурсам, данная концепция может стать основой для создания новых стандартов и практик в области подводной добычи.

В заключение, следует отметить, что данная работа является лишь теоретическим обоснованием применения метода добычи твердых полезных ископаемых на морском дне. Основные достижения исследования включают:

- Формулирование концепции, которая может служить основой для дальнейших исследований и практических разработок в области подводной добычи.
- Подтверждение необходимости дальнейших исследований для оценки реальной эффективности и безопасности предложенного метода в условиях морской среды.

Таким образом, результаты данной работы подчеркивают важность теоретических исследований как первого шага к практическому внедрению инновационных технологий в области добычи полезных ископаемых с морского дна.

Предложенная теоретическая концепция добычи твёрдых полезных ископаемых с морского и океанического дна с использованием камуфлетно-гидромониторного

эрлифтного метода представляет собой многообещающее направление, способное решить многие проблемы, связанные с традиционными методами добычи.

## Список использованных источников

1. Свинцов Н.Ю. Анализ возможного экологического воздействия при добыче железомарганцевых конкреций в рудной провинции Кларион-Клипертон Тихого океана. Научный аспект. 2023. Т. 29. № 12. С. 3670-3677.
2. Свинцов Н.Ю. Воздействие на окружающую природную среду распространения плюма взвешенных частиц в водной толще при глубоководной добыче ЖМК в провинции Кларион-Клиппертон Тихого океана / Н.Ю. Свинцов, Ю.А. Васянович // Международный научно-исследовательский журнал. – 2024. – №8 (146). – URL: <https://research-journal.org/archive/8-146-2024-august/10.60797/IRJ.2024.146.41> (дата обращения: 25.09.2024). – DOI: 10.60797/IRJ.2024.146.41.
3. ГОСТ Р 58150-2018 Горное дело. Динамические явления в угольных шахтах. Термины и определения
4. ГОСТ Р 57704-2017 Горное дело. Взрывные работы на угледобывающих предприятиях. Термины и определения
5. Педан, Н. Р. Применение взрывчатого вещества Гидронит – П в водонасыщенных скважинах на взрывном блоке [Текст] / Н. Р. Педан // Научно - издательский центр "Аспект". — 2023. — № №12-2023. — С. 4252-4257.
6. Педан, Н. Р., Васянович, Ю. А. Применение водоустойчивого взрывчатого вещества «Гидронит – П» в горной промышленности [Текст] / Н. Р. Педан, Ю. А. Васянович // Взрывное дело. — 2024. — № Сборник №143/100. — С. 122-132.
7. Технические устройства. Гидромонитор / [Электронный ресурс] // Большая российская энциклопедия : [сайт]. — URL: <https://bigenc.ru/c/gidromonitor-383bde>
8. Яхин Ю.М. Никитин К.Г. Хазиев Н.Н. Хасанов И.Ю. Способ очистки резервуара от донных отложений и устройство для его осуществления / Яхин Ю.М. Никитин К.Г. Хазиев Н.Н. Хасанов И.Ю. [Электронный ресурс] // Пантеон патентов : [сайт]. — URL: [https://studopedia.ru/9\\_52740\\_nagnetateli-treniya.html](https://studopedia.ru/9_52740_nagnetateli-treniya.html)
9. Технические устройства. Эрлифт / [Электронный ресурс] // Большая российская энциклопедия : [сайт]. — URL: <https://bigenc.ru/c/erlift-1aee99>
10. Нагнетатели трения / [Электронный ресурс] // Студопедия : [сайт]. — URL: [https://studopedia.ru/9\\_52740\\_nagnetateli-treniya.html](https://studopedia.ru/9_52740_nagnetateli-treniya.html)
11. Малухин, Н. Г. Научно методическое обоснование эрлифтного гидроподъема при освоении месторождений дна морей и океанов / Н. Г. Малухин, В. П. Дробаденко, А. Л. Вильмис // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2015. – № S11. – С. 51-60. – EDN VKHFGZ.