

И. Е. Иоанов¹✉

Перспективы использования пневмомолотов в Арктике

¹Институт горного дела им. Н. А. Чинакала СО РАН,
г. Новосибирск, Российская Федерация,
e-mail: ioanow@yandex.ru

Аннотация. В статье рассмотрена возможность использования пневмомолотов в Арктике. Рассмотрена технология работ по строительству сооружений с использованием виброударных механизмов. Приведены примеры существующих пневмомолотов. Обозначены задачи по совершенствованию машин для работы в условиях низких температур.

Ключевые слова: пневмомолот, труба, Арктика, строительство

I. E. Ioanov¹✉

Prospects for the use of pneumatic hammers in the Arctic

¹Chinakal Institute of Mining, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences,
Novosibirsk, Russian Federation,
e-mail: ioanow@yandex.ru

Abstract. The article considers the possibility of using pneumatic hammers in the Arctic. The technology of construction works using vibroimpact mechanisms is considered. Examples of existing pneumatic hammers are given. The tasks for improving machines for operation in low temperature conditions are outlined.

Keywords: pneumatic hammer, pipe, Arctic, construction

Введение

Арктика является важнейшим экономическим районом России. Добыча полезных ископаемых вносит огромный вклад в пополнение бюджета страны. Для добывания полезных ископаемых необходимо строительство различных сооружений свайных оснований, подпорных стен, опор, анкеров и т.д. Строительство начинается с бурения мерзлого грунта. Бурение – это процесс разработки грунта, в результате которого образуется горная выработка преимущественно цилиндрической формы [1]. Следующим этапом строительства является забивание труб в горную выработку, для осуществления этого процесса в настоящее время в горнодобывающей промышленности используется разнообразная техника, чаще всего пневмомолоты.

Цель работы. Обоснование применения пневматических импульсных машин для условий Арктики.

Арктический климат отличается наличием низких температур. В зимний период температуры составляют от $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ на юге приатлантического района до $-16\text{ }^{\circ}\text{C}$ в притихоокеанском районе; $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ отмечаются на северо-востоке Якутии. Относительная влажность воздуха 80-90 % [2].

В области Евразии рельеф составляют преимущественно равнины и низменности, острова и архипелаги (Арктического института, Гейберга, Дунай, Медвежьи, Новая Земля, Новосибирские, Северная Земля), гор малое количество.

На территории Арктики встречаются маломощные слабокислые и слабогумусированные почвы, в южной части Арктики преимущественно кислые тундровые и дерновые почвы.

Богатство Арктики – это её полезные ископаемые. Ведется активная добыча нефти, природного горючего газа. Арктика отличается большим содержанием различных руд (апатит, золото, алмазы, серебро, цирконий, титан, платина, редкоземельные металлы).

Добыча полезных ископаемых невозможна без создания современных горнодобывающих предприятий и транспортной инфраструктуры. Строительство в Арктике обуславливается рядом особенностей [3-4]:

1) Суровые климатические условия. Отрицательные температуры, промёрзшие грунты негативно сказываются на сроках строительства и эксплуатации зданий

2) Вечная мерзлота. Чаще всего вода, которая содержится в грунте, находится в твердом агрегатном состоянии. Однако, возможно кратковременное оттаивание, оно отрицательно сказывается на надежности возведения зданий.

3) Порывистые ветры и метели. Дома в Арктике располагаются по принципу замкнутого контура, между домами стараются выдержать минимальное расстояние.

4) Большие расстояния от поставщиков строительных материалов. Чаще всего строительство ведется на островах, поэтому возможно использование только водного транспорта.

5) Высокая стоимость строительства. Особенность связана с удаленностью районов Арктики от промышленных предприятий, а также с использованием дорогостоящих материалов для строительства в суровых климатических условиях.

6) Нехватка квалифицированного рабочего персонала. Климат Арктики оказывает отрицательное влияние на состояние здоровья человека, поэтому каждый сотрудник проходит углубленную медицинскую комиссию перед отправкой на работу в северные регионы.

Для строительства горнодобывающих предприятий и транспортной инфраструктуры в различных климатических условиях используется широкая гамма специальной строительной техники. Она включает и различные типы погружателей труб в породный массив. Примерами таких машин с рабочим циклом расширения сжатого воздуха перед выхлопом являются СО-134, СО-166, М-200, М-400, а также пневмомолоты без расширения сжатого воздуха в камере обратного хода Тайфун-70, Тайфун-130, Тайфун-190, Тайфун-320, Тайфун-500, Тайфун-740, Тайфун-1000. Технические характеристики вышеперечисленных машин представлены в таблицах 1 [5] и 2 [6].

Машина СО166 состоит из ударного узла, насадки и шланга. Состав ударного узла (рис.1) складывается из воздухоподводящего гибкого рукава, корпуса 1, ударника 2, золотника 3, отвинчивание которого не допускает стопорное кольцо 4 [5].

Таблица 1

Основные параметры пневмомолотов СО-134, СО-166, М-200, М-4000 для забивания труб конструкции ИГД СО РАН

Тип	Энергия удара, Дж	Частота ударов f, Гц	Расход воздуха, м ³ /мин	Диаметр, Мм	Длина, мм	Масса: ударника (общая), кг	Диаметр труб, мм
СО-134	500	4,1	8,0	155	1700	56 (150)	159-325
СО-166	1000	3,3	9,0	240	1720	175 (370)	325-530
М-200	1800	2,7	10,0	270	2260	270 (710)	219-820
М-400	3500	2,6	20,0	400	2590	570 (1560)	426-1020

Таблица 2

Основные параметры пневмомолотов «Тайфун» для забивания труб

Тип	Массовая составляющая ударника, кг	Энергетическая составляющая удара, кДж	Частотная составляющая ударов (ср. значение), Гц	Нар. Ø, мм	Параметр длины, мм	Массовая составляющая пневмомолота, кг
Тайфун	70	0,7	3,1	160	1400	140
	130	1,3	3,0	240	1330	280
	190	1,8	2,6	240	1700	370
	320	3,0	2,0	270	1920	650
	500	4,3	1,35	400	2000	1350
	740	6,0	1,25	400	2650	1750
	1000	8,5	1,05	460	2670	2500

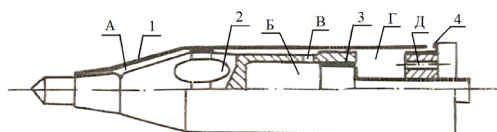


Рис. 1. Схема ударного узла машины СО166: 1 – корпус; 2 – ударник; 3 – золотник; 4 – стопорное кольцо

Камера А состоит из внутренней плоскости корпуса и наружной плоскости ударника. Внутренняя поверхность ударника в комплексе с патрубком золотника составляют камеру Б. Камера Б соединяется с источником сжатого воздуха посредством осевого канала патрубка и воздухоподводящего шланга.

На рис. 1 изображено расположение ударника, при котором воздух сжимается под воздействием давления, переходя через окна В в камеру А. Площадь

камер А и Б неодинакова, из-за чего ударник передвигается в правую сторону. Дальнейшее перемещение ударника к самой дальней точке справа из камеры А через окна В в камеру Г и окна Д неизбежно влечёт за собой выхлоп в окружающую среду. Мощное взаимодействие ударника с корпусом (удар) происходит в силу создания давления воздуха в камере Б, из-за чего ударник затормаживается, переходя в левую сторону. Когда ударник принимает крайнюю левую позицию в полости корпуса, сжимаемый им воздух через окна В перемещается из камеры Б в камеру А, цикл воспроизводится заново. Данная машина неприменима в Арктике, т.к. происходит обмерзание из-за сжимаемого воздуха в рабочем цикле расширения.

Конструкция «Тайфунов» представлена на рисунке 2 [7]. В связи с воздействием давления в полости прямого хода 2 на ударный механизм 3 происходит его ускоренное перемещение до контакта с ударяемым элементом 4, наблюдается процесс вытеснения воздуха из полости перед ударным механизмом. В момент когда эластичный хомут 5 начинает взаимодействовать с ударяемым элементом 4 перед ударом, наблюдается образование полости обратного хода совместно с передней частью ударного механизма и элементом 4. Ударный механизм меняет направление своего движения из-за несовпадения величин площадей полости обратного хода и рабочей полости. Поскольку происходит растяжение эластичного хомута, который располагается по радиусу при проскальзывании по ударяемому элементу 4 с образующей по кривой линии под влиянием давления, полость обратного хода герметизируется. Далее при окончании обратного хода наблюдается снижение давления в полости обратного хода, герметичность нарушается, эластичный хомут переходит в выхлопные выемки 11, хомут растягивается с образованием зазора, совершается выход сжатого воздуха из полости обратного хода, происходит процесс вытеснения воздуха вследствие воздействия давления в полости прямого хода во время движения ударного механизма. В отличие от машины СО166 в Тайфунах достигается минимальное обмерзание, т.к. сжимаемый воздух непрерывным потоком попадает в полость обратного хода через отверстие в дозаторе из магистрали сжимаемого воздуха. Данные машины возможно использовать в условиях Арктики для строительства горнодобывающих предприятий и транспортной инфраструктуры.

Для более эффективной работы, целесообразно провести комплекс действий по модернизации существующих машин для работы в условиях Арктики, а именно разработать высокочастотное пневматическое устройство ударного действия в ограниченных габаритных размерах. Необходимо реализовать следующие задачи:

- 1) Обоснование принципиальной схемы устройства ударного действия с высоким давлением сжатого воздуха.
- 2) Определение основных конструктивных параметров и соотношения размеров системы воздухораспределения.

При модернизации пневмомолотов необходимо обеспечить отсутствие противодействия со стороны передней камеры при прямом ходе ударника, в отсутствии расширения воздуха в передней камере и в увеличении ударной мощности

за счет роста частотной компоненты при сохранении энергетической составляющей удара.

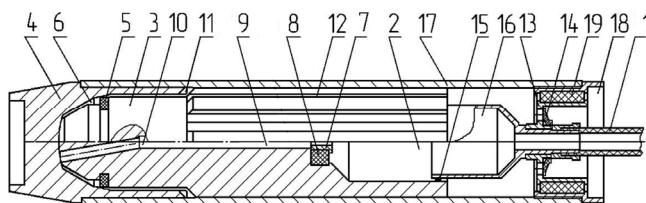


Рисунок 2. 1 – шланг; 2 – полость прямого хода; 3 – ударный механизм; 4 – ударяемый элемент; 5 – эластичный хомут; 6 – полость обратного хода; 7 – дозатор воздуха; 8 – упругое посадочное место клапана; 9 – воздуховод; 10 – сквозное отверстие; 11 – выхлопные выемки; 12 – воздуховод; 13 – ступица; 14 – устройство управления расходом воздуха; 15 – полиэтиленовый хомут; 16 – часть трубы для отвода воздуха; 17 – корпус; 18 – хвостовик; 19 – амортизатор.

Выводы

В горном и строительном производстве в условиях Арктики в современных реалиях применяются различные виды машин ударного действия

Чаще всего в сфере строительства отдаётся предпочтение машинам, использующим в качестве носителя энергии сжатый воздух. Опыт предыдущих лет показал, что для сохранения лидирующей позиции пневматических импульсных механизмов на рынке строительной техники требуется их совершенствование, а именно повышение мощностной составляющей удара, чего можно достигнуть ростом энергетического или частотного параметра.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бурение. Большая Российская энциклопедия. Код доступа: <https://bigenc.ru/c/burenie-2634a5>
2. Арктика. Большая Российская энциклопедия. Код доступа: <https://bigenc.ru/c/arktika-d5074d>
3. Строительный эксперт. Портал для специалистов архитектурно-строительной отрасли. Строительство в высоких широтах. Принципы, возможности и перспективы. Код доступа: <https://ardexpert.ru/article/5072>
4. Информационный портал «Всё о саморегулировании». НОСТРОЙ о строительстве в Арктике: проблемы и способы их решения. Код доступа: <https://www.all-sro.ru/news/nostroy-o-stroitelstve-v-arktike-problemy-i-sposoby-ikh-resheniya/>
5. Гурков К.С., Климашко В.В., Костылев А.Д., Плавских В.Д., Русин Е.П., Смоляницкий Б.Н., Тупицын К.К., Чепурной Н.П. Пневмопробойники – Новосибирск: Институт горного дела СО АН СССР, 1990. – 213 с.: ил.
6. Червов В.В. Интерэкспо Гео-Сибирь [Текст] /Расширение области применения пневмомолотов с переменной структурой ударной мощности // Новосибирск: Институт горного дела СО РАН, 2019. – 9 с.
7. Червов А.В. Интерэкспо Гео-Сибирь [Текст] / Расчёт динамических параметров камеры обратного хода пневмомолота с механическим замыканием упругого клапана // Новосибирск: Институт горного дела СО РАН, 2019. – 5 с.

© И. Е. Иоанов, 2025