Горные стационарные установки и машины
Записки Ленинградского горного института. Л., 1988. Т.117

УДК (551.352:624.131.43):528.087.4

РЕЗУЛЬТАТЫ ОКЕАНИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ УСТАНОВКИ ИССЛЕДОВАНИЯ ДОННЫХ ГРУНТОВ

И.П.ТИМОФЕЕВ, Н.К.УЛАШИК, Е.М.УЛЬ

При проведении инженерно-геологических работ на научно-исследовательском судне «Академик Александр Карпинский" ПГО «Севморгеология" в Тихом океане была испытана глубоководная исследовательская установка УГИ-4М, предназначенная для проведения измерений в натурных условиях механических свойств океанических донных отложений на глубине до 6000 м. Установка содержит элементы для определения следующих параметров: усилия резания, сопротивления вращательному срезу, удельного сопротивления пенетрации, сопротивления зондированию. Дополнительно установка включает глубоководную фотокамеру ГФК-06, колонковый пробоотборник и датчик усилия отрыва установки от дна.

При подходе установки к донной поверхности происходит ее фотографирование. При постановке установки на дно на ней освобождается пенетрометр, который под действием собственного веса внедряется в донные жения. Имеющийся грузовой отсек под действием собственного веса перемещается вниз, приводя в действие через систему тяговых тросов режущие органы, крыльчатку, и за счет жесткой связи с зондом и пробоотборником задавливает их в донные отложения. Электрические сигналы от датчиков по внешним коммутационным линиям поступают в автомат сбора данных (АСД) и записываются в цифровой форме на магнитной ленте.

После завершения цикла измерений установка поднимается над поверхностью и переносится в следующую точку, где цикл измерений повторяется. Количество измерений определяется временем автономной работы АСД. После окончания измерений установка поднимается на борт судна, где, прежде чем опустить грузовой отсек в нижнее положение, разъединяют откидную упорную площадку зонда и консоль грузового отсека. Затем из контейнера АСД извлекается электронный блок с записью результатов измерений, а сама установка готовится к следующему циклу измерений.

Ниже приведена техническая характеристика установки:

Габаритные размеры, мм	
высота максимальная	2700
минимальная	2150
длина	2800
ширина	2000
Масса установки, кг	1400
Масса грузового отсека, кг	500

Ковши	
ширина режущей кромки, мм	100; 200; 400
угол резания, град.	30; 60; 90
глубина резания, мм	50; 100; 150
Резцы	
толщина, мм	20
угол режущей кромки, град.	15; 45; 90; 180
диаметр круглого резца, мм	20
глубина резания, мм	150
Ножи	
толщина ножей мм	5
расстояние между ножами, мм	25; 90; 185
угол резания, град.	90
глубина резания, мм	100
Скорость резания режущими органами, м/с	0,005/0,2
Крыльчатка	
высота, мм	100
диаметр, мм	75; 100
постоянная крыльчатки, $см^3$	1104; 1545
угловая скорость, $с^{-1}$	0,14-5,7
глубина внедрения в донные отложения, мм	100-200; 200-300
Пенетрометр	
угол конуса, град.	30
диаметр основания конуса, мм	100
высота конуса, мм	185
масса, кг	13
Зонд	
угол конуса, град.	60
диаметр основания конуса, мм	100
высота конуса, мм	86
ход, мм	620
Колонковый пробоотборник	
длина, мм	1050
диаметр внутренний, мм	125

Испытания установки проводились на судне водоизмещением 5600 т, относящемся к классу судов, выполняющих основные объемы инженерно-геологических работ в Мировом океане. Рабочая палуба судна оснащена ваерной лебедкой и слипом. Спуско-подъемные операции осуществлялись на ваерной лебедке ПБ5TV-160 грузоподъемностью 16 т, диаметр троса 16,5-22 мм. Ваерная лебедка оснащена счетчиком вытравленного троса и датчиком, фиксирующим усилие натяжения троса в процессе выполнения спуско-подъемных операций. Работы проводились при волнении океана до 5 баллов, скорость дрейфа судна изменялась от 0 до 1,6 узла, глубина океана от 4800 до 5200 м.

Измерения производились тензометрическими датчиками усилия и потенциометрическими датчиками перемещения и положения в пространстве. Запись

измеряемых параметров осуществлялась в цифровой форме на компакткассету типа С-90 автоматом сбора данных АСД-16, разрабатанным ВНИИОкеангеологии. На борту судна осуществлялся вывод информации в аналогичной форме при помощи считывающего устройства на самописец типа Н338-6П.

При проведении исследований по резанию донных грунтов определялись следующие зависимости:

усилие резания от угла резания, использовались ковши с длиной режущей кромки 200 мм и углами резания 30, 60 и 90 град. глубина резания 100 мм;

усилие резания от длины режущей кромки ковша, использовались ковши с углом резания 30 град. и длиной режущей кромки 100, 200 и 400 мм, глубина резания 100 мм;

усилие резания резцом от угла заточки его передней грани, использовались резцы толщиной 20 мм с углами заточки 15, 45, 90 и 180 град. глубина резания 150 мм;

усилие резания при протягивании двух ножей с углом заточки передней грани 180 град. на различных расстояниях друг от друга, использовались ножи толщиной 5 мм с расстоянием между ними 25, 90 и 185 мм, глубина резания 100 мм.

Всего было проведено 118 опытов по определению усилий резания, что определялось общим количеством спусков, выделенных по программе рейса для установки УГИ-4М. Для каждого типоразмера режущего органа было произведено различное количество опытов (от трех до двадцати). Помимо определения сил резания параллельно решались инженерно-геологические задачи по пенетрации, зондированию и испытанию грунтов вращательным срезом. По результатам опытов усилия и скорости резания для каждого типоразмера усреднялись, при этом скорость резания дискретно изменялась в пределах от 0,16 до 0,016 м/с.

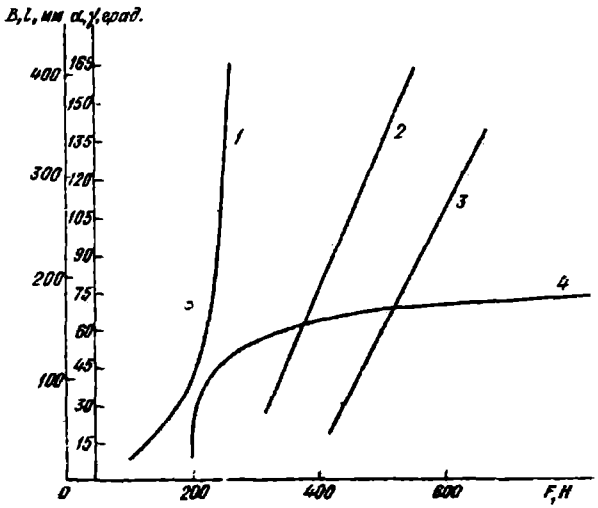


Рис.1. Усилие резания в функции B, l и γ

По результатам обработки полученных данных были построены графические зависимости: $F = f(\gamma)$ - кривая I; $F = f(B)$ - 2; $F = f(\alpha)$ - 3; $F = f(l)$ - 4 на рис.I; $q = f(B)$ - I; $q = f(\alpha)$ - 2 на рис.2 (здесь F - усилие резания, Н; B - длина режущей кромки ковша, мм; α - угол резания, град.; γ - угол заточки передней грани резца, град.;

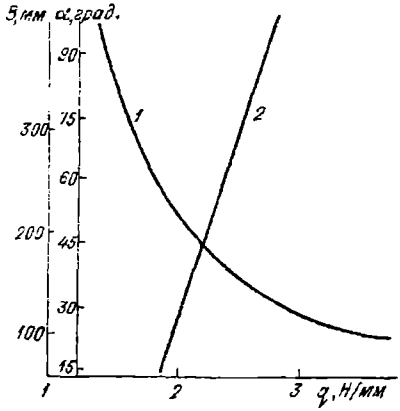


Рис.2. Удельная сила резания в функции B и α

ℓ – расстояние между ножами, мм; q – удельная сила резания, приходящаяся на единицу длины режущей кромки ковша, Н/мм).

Усилия резания в функции длины режущей кромки ковша и в функции угла резания (см. рис.I) имеют прямую зависимость. Усилие резания ножами в функции расстояния между ними при изменении расстояния от 25 до I20 мм резко нарастают, так как при этом грунт не проходит в межножевое пространство, а перемещается вместе с ножами. При увеличении расстояния между ножами кривая выполаживается, так как оба ножа прорезают самостоятельные щели, при этом грунт между листами сжат. Усилие резания в функции угла заточки передней грани резца имеет вид параболической кривой, при этом усилие резания наиболее значительно возрастает при изменении угла заточки от I5 до 60 град. в дальнейшем влияние угла заточки на усилие резания незначительно.

Удельная сила резания, приходящаяся на единицу длины режущей кромки ковша в функции угла резания (рис.2), имеет прямую зависимость, а в функции длины режущей кромки ковша удельная сила резания при увеличении ширины ковша падает и стремится к постоянной величине, что вызвано уменьшением влияния боковых стенок ковша на удельную силу резания при увеличении расстояния между ними.

Во время испытания грунтов вращательным срезом сопротивление вращательному срезу изменялось от 4 до 20 кПа, при этом угловая скорость вращения крыльчатки изменялась от 0,I5 до 5 $с^{-I}$. При пенетрационных испытаниях грунтов удельное сопротивление пенетрации изменялось от 6 до 35 кПа. Зондирование грунта проводилось на глубину до 600 мм. При этом усилие зондирования на глубине I00 мм изменялось от I20 до 460 Н, а на глубине 500 мм – от I30 до I000 Н.

Выполненные исследования позволили получить параметры донных грунтов, которые были использованы при проектировании рабочих органов устройств для проведения инженерно-геологических работ на дне и проектировании придонных добычных агрегатов.