

К ВОПРОСУ ОБ УПРУГОМ ПЕРЕМЕЩЕНИИ УДЛИНЕННОЙ ШТАНГИ ПРИ ПРОДОЛЬНОМ УДАРЕ

А. Г. ЦУКАНОВ, В. И. ЧИРЬЕВ

(Представлена научным семинаром кафедры теоретической механики)

При ударном бурении энергия, необходимая для разрушения определенного объема горной породы, передается на забой через став бурильных штанг в виде ударного импульса. При прохождении через став часть энергии импульса теряется [1, 2, 3, 6] и на разрушаемый объем породы передается только часть энергии удара. В процессе передачи энергии удара существенную роль играет поведение става штанг как промежуточного упругого звена ударной системы. Теоретические исследования по данному вопросу не дают пока что приемлемого решения задачи и показывают на необходимость экспериментальных исследований. В лабораторных исследованиях, результаты которых приводятся ниже, было рассмотрено влияние на поведение става штанг при соударении таких параметров, как длина става, размеры и геометрия ударника, тип разрушающего инструмента.

Эксперименты проводились на установке, состоящей из става штанг, из круглой буровой стали, маятника с переменным ударником, принятым за источник энергии удара разрушающего инструмента (долотчатой коронки, наконечника с вмонтированным стальным шариком), и эталонных брусков из стали 30, которые приняты в качестве среды, поглощающей энергию удара, передаваемую по ставу штанг. Штанги располагались горизонтально, соединение штанг осуществлялось муфтами в торец.

Экспериментальная установка включала специально разработанную и изготовленную на кафедре регистрирующую и измерительную аппаратуру. Перемещение штанг и инструмента замерялось фотоэлектронным датчиком перемещения, выходная величина с которого подавалась на вход осциллографа С1-8А.

Время контакта ударника со ставом и става со средой, поглощающей энергию, регистрировалось датчиком времени контакта.

Исследуемые параметры представлены так:

Вес ударника	кг	13,11; 13,36
Длина ударника	мм	450; 220
Скорость удара	м/сек	2,08; 3,05
Энергия единичного удара . .	кгм	2,87; 2,92; 6,17; 6,31
Диаметр штанг	мм	6,3132
Длина става	м	325÷26
Диаметр долотчатой коронки .	мм	5÷2642
Угол заточки лезвия коронки .	град	42115

Диаметр стального шарика	мм	12,7
Количество муфт	шт.	1÷6
Резьбовое соединение		МЗО

Ниже приводятся некоторые результаты исследования перемещения става под действием единичного удара.

На рис. 1 приведены осциллограммы перемещения инструмента при переменной длине става; при этом удар осуществлялся ударником длиной 220 мм, со скоростью в начальный момент ударного контакта 3,05 м/сек и энергией удара 6,31 кгм.

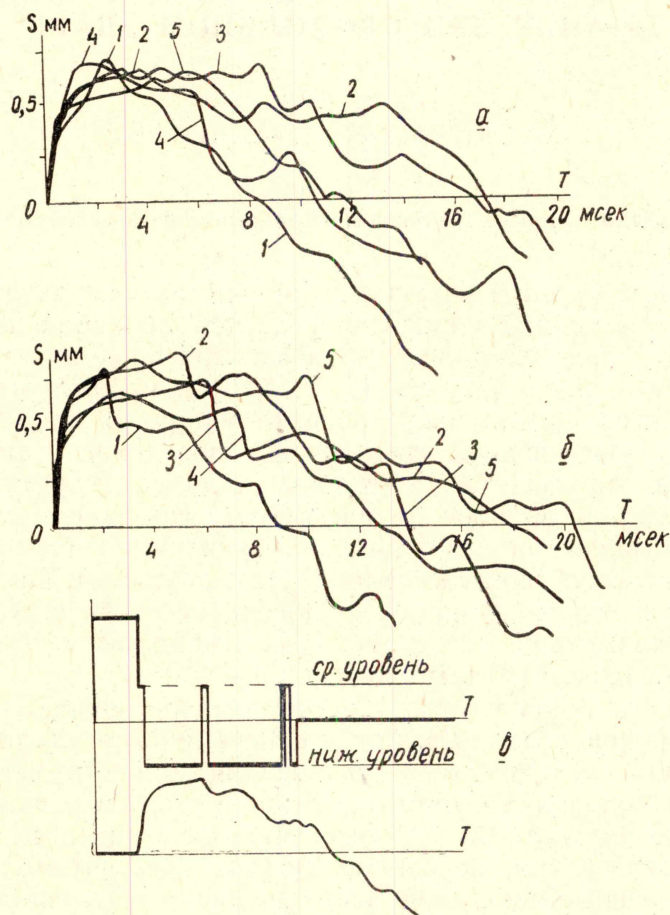


Рис. 1. Длина става: 1—5,5 м, 2—10,5 м; 3—15,5 м; 4—20,5 м; 5—25,5 м. Инструмент: а) коронка; б) наконечник с шариком; в) наконечник с шариком

Из приведенных на рис. 1 осциллограмм следует, что, например, для става длиной 15,5 м внедрение инструмента в среду, поглощающую энергию (стальной образец), происходит за время 2,5—3 м/сек, а максимальное время движения става в направлении удара достигает величины 9 м/сек. Однако ярко выраженной закономерности изменения глубины внедрения инструмента при изменении длины става не обнаружено. Следует отметить, что для всех длин става характерно повторное перемещение инструмента в направлении удара. И только после этого повторного перемещения следует отскок става от разрушаемой среды.

На рис. 1, в сопоставлены осциллограммы перемещения и времени ударного контакта. Верхняя осциллограмма показывает время контакта

ударника со ставом, при этом верхний уровень соответствует контакту ударника с хвостовиком, средний — соответствует одновременному контакту ударника, штанги и разрушаемой среды, а нижний соответствует контакту штанги только с разрушаемой средой. Из рис. 1, в следует, что повторное движение става в направлении удара совпадает по времени с повторным соударением ударника с хвостовиком става; отскок става носит периодический (ступенчатый на осциллограмме) характер, что вызвано многократным прохождением и отражением ударного импульса напряжения от инструмента и хвостовика става.

На рис. 2 представлены осциллограммы упругих перемещений материала штанг, фиксированных в различных поперечных сечениях по длине става.

При этом рассмотрены два вида граничных условий:

а) став контактирует со средой во время удара посредством коронки;

б) конец става наконечника жестко защемлен.

Из рассмотренных осциллограмм следует, что поперечное сечение, фиксированное в разных точках по длине штанги, приходит в движение после начала удара по истечении времени $t = \frac{l}{a}$, где l —

расстояние данного сечения от хвостовика; a — скорость звука в стали.

Сопоставляя осциллограммы перемещения поперечных сечений става, полученные для случая жесткого защемления конца, с осциллограммами, когда имело место внедрение коронки в среду, поглощающую энергию удара, можно определить величину перемещения фиксированного сечения става, вызванное продвижением ударного импульса напряжения, а также и величину указанного внедрения. Так как величину внедрения можно получить непосредственным замером, например, индикатором часового типа, то было проведено контрольное сравнение величин внедрения полученных индикатором и полученных из осциллограмм. Разница в числовых значениях не превышала 10%. Представляет определенный интерес сопоставление величин перемещения, полученных в разных точках по длине штанги. Так, например, перемещение в направлении удара торцевого сечения хвостовика и сечений, достаточно близко расположенных к нему, примерно на 50% больше перемещения

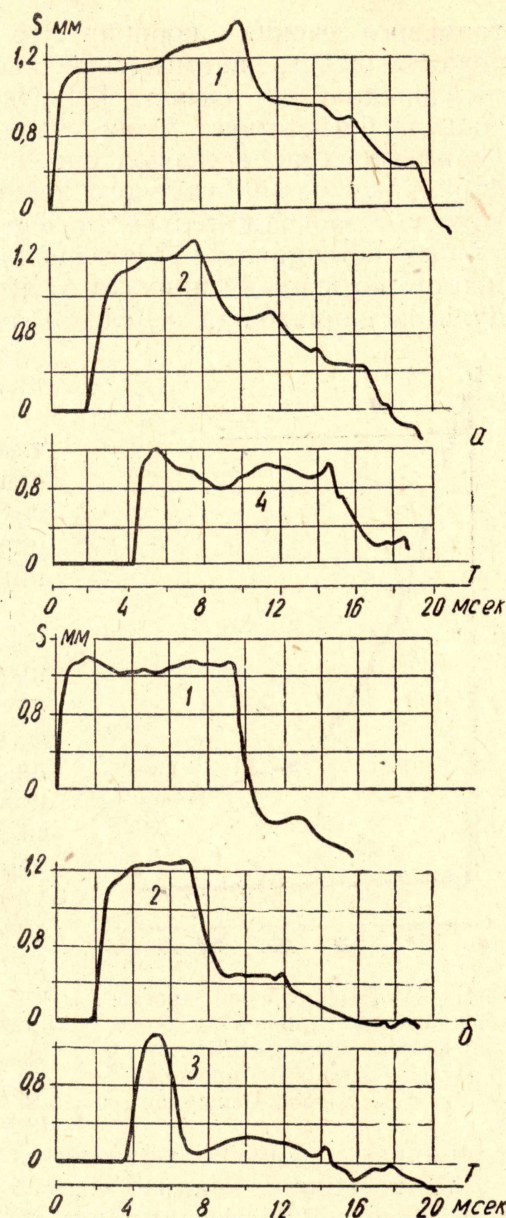


Рис. 2. Перемещение поперечных сечений, фиксированных по длине штанги на расстоянии от ударника: 1 — 0,5 м; 2 — 10,5 м; 3 — 20,5 м; 4 — 25 м; общая длина штанги — 25,5 м

торцевого сечения у коронки. Это объясняется упругой деформацией материала штанг, динамической податливостью упругого става и возможным продольным изгибом [4]. Наибольшее значение перемещения хвостовика соответствует длине става 15,5 м. Результаты проведенных экспериментов представляют определенный интерес при конструировании бурильных машин ударного действия. В качестве примера рассмотрим вопрос о продолжительности перемещения бурильных штанг. В литературных источниках [5] утверждается, что перемещение става прекращается ко времени прихода второго, третьего отраженных ударных импульсов напряжений, и, следовательно, став, как промежуточное звено

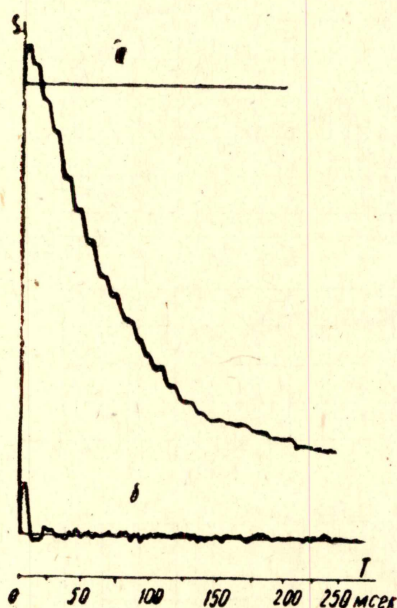


Рис. 3. Перемещение хвостовика става длиной 25,5 м, энергия удара — 6,31 кгм:
а) став снабжен коронкой;
б) став жестко защемлен

ударной системы, не оказывает влияния на режим работы бурильной машины.

Для анализа этого важного для практики вопроса рассмотрим рис. 3, где приведены осциллограммы перемещения става длиной 25,5 м при соударении его с ударником цилиндрической формы длиной 220 м.

Предположим, что длина става 25 м, тогда в соответствии с ранее высказанным утверждением движение става после очередного соударения с ударником должно прекратиться через 20—25 м/сек; далее, если принять частоту ударов равной 3000 в минуту, то через каждые 20 м/сек ударник будет наносить удар по хвостовику става, который к началу соударения прекратит свое движение. Анализ осциллограмм на рис. 3,а показывает, что став к началу очередного соударения с ударником не находится в покое, продолжительность его перемещения составляет 220 м/сек, и, следовательно, к началу очередного соударения став будет перемещаться навстречу рабочему ходу

ударника, и, конечно, повлияет на общий режим ударной системы.

Дальнейший анализ экспериментальных данных показывает, что для обеспечения эффективного бурения ударным способом необходимо частоту ударов бурильной машины выбирать в соответствии с длиной става.

ЛИТЕРАТУРА

1. Робертс, Хукс, Фарби. Передача энергии при ударном бурении. Экспресс-информация. «Горнодобывающая промышленность», № 2, 1963.
2. А. Г. Цуканов. О потерях энергии удара в удлиненных штангах. Известия вузов, «Горный журнал», № 10, 1965.
3. К. И. Иванов, В. Д. Андреев. К расчету напряжений при ударном бурении. Сб. «Взрывное дело», № 56/13, «Недра», 1964.
4. К. И. Иванов, В. Д. Андреев. Забойные процессы и энергоемкость разрушения горных пород при бурении. Сб. «Взрывное дело», № 56/13, «Недра», 1964.
5. К. И. Иванов, М. И. Ермоленко, В. И. Дусев, В. Д. Андреев. Техника бурения, «Недра», 1966.
6. С. Такаока. Отражение упругих волн в стыковых соединениях буровой штанги. Перевод с японского, ВИНТИ, 1963.