

## ГОРНЫЕ МАШИНЫ И КОМПЛЕКСЫ

**УДК 622.233.05**

**В.П.Рындин**

### **НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ УДАРНЫХ ИМПУЛЬСОВ В СТЕРЖНЯХ**

При работе вращательно-ударных бурильных машин наблюдается интенсивный износ хвостовика штанги и шпинделя врачащателя, прижатых к друг другу усилием подачи. Опыт эксплуатации таких машин показывает, что, например, разрушение опорной поверхности буртика хвостовика достигает нескольких миллиметров. Это вызывает смещение точки соударения бойка с хвостовиком и снижает ударную мощность бурильной машины. Обращает на себя внимание характер износа контактирующих деталей, входящих в ударную систему. На деталях после непродолжительной работы остаются отпечатки (углубления), повторяющие форму контактирующих поверхностей. Следов пластической деформации металла и его выдавливания не обнаруживается. Похожий характер разрушения металла происходит при электроискровой и гальванической обработке. Допуская в качестве рабочей гипотезы, что разрушение деталей происходит под действием электроэрозии, необходимо обнаружить в ударной системе электрический генератор. Одним из возможных генераторов могла быть штанга бурильной машины, возбуждаемая ударными импульсами. Эта гипотеза была проверена экспериментально на штангах длиной 1250 мм, выполненных из стали У8, при воздействии на них одиночных ударных импульсов [1]. Ударные импульсы в штанге измерялись тензодатчиками. Сигналы с тензодатчиков и

электрические потенциалы с поверхности штанги подавались на вход двухлучевого осциллографа.

Опыты показали, что при ударе на концах стержня возникает знакопеременная разность потенциалов с максимальной амплитудой около  $3 \cdot 10^{-3}$  В (скорость удара – 5 м/сек). Частота напряжения, примерно, равнялась основной гармонике собственных колебаний стержня (2000 Гц). Конец стержня, противоположный точке удара, заряжался в момент возникновения волны деформации положительно.

Измерения, проведенные аналогичным образом на медном стержне диаметром 30 мм и длиной 2 м, показали, что на концах медного стержня при ударе не возникает разности потенциалов, или ее величина лежит ниже предела чувствительности приборов.

Для выявления возможного влияния переходных сопротивлений в местах присоединения проводников к стержню были опробованы различные способы подключения проводников (стальные хомуты, резьбовое соединение, пайка) – во всех случаях наблюдался эффект генерации при ударе электрических потенциалов. При увеличении длины стержня частота колебания электрического напряжения уменьшалась.

Таким образом, экспериментальным путем обнаружено, что при распространении ударной волны по ферромагнитному стержню (в данном случае по буровой штанге) между точками

поверхности стержня, смешенными по его длине, образуется знакопеременная разность потенциалов, зависящая от параметров и распределения волны деформации. Эта разность потенциалов способна вызывать контурные токи в металлических частях бурильной машины, которые при наличии механических вибраций могут способствовать износу контактирующих поверхностей.

Основные закономерности распространения осевых и изгибающих ударных импульсов в стержневых системах достаточно полно изучены и изложены в литературе. Разработаны методы расчета, учитывающие влияние формы бойка, изменения поперечного сечения стержневого волновода на характер распределения напряжений в ударной системе, что имеет большое значение для создания долговечных и производительных бурильных машин.

Представляет значительный интерес исследование прохождения ударного импульса через стержень с периодической продольной неоднородностью [2]. К таким стержням относятся естественно закрученные стержни.

Естественно закрученным стержнем называется стержень, образованный движением плоской фигуры (поперечного сечения стержня), вращающейся с некоторой угловой скоростью, по мере того, как центр тяжести этой фигуры движется вдоль оси стержня. В простейшем случае естественно закрученный стержень можно получить,

если на круглом стержне нарезать винтовую канавку. Примером естественно закрученного стержня является спиральное сверло по металлу.

Были проведены [3] экспериментальные исследования крутильных колебаний в стержневой системе при прохождении продольного ударного импульса через естественно закрученный стержень, являющийся частью волновода.

Рассмотрим ударную систему, состоящую из бойка и двух круглых стержней, разделенных естественно закрученным стержнем. Все стержни жестко соединены друг с другом по торцам. На втором круглом стержне установлены тензодатчики для измерения осевого и тангенциальных усилий. Эксперименты по изучению характера движения ударных импульсов в такой стержневой системе показали, что при ударе бойком по торцу круглого стержня, в последнем возникает импульс продольной деформации, который распространяется в направлении к естественно закрученному стержню. После прохождения последнего продольный осевой импульс разделяется на продольный импульс и импульс крутящего момента, по форме напоминающий один период синусоиды (измерение проведено во втором круглом стержне).

Направление мгновенной

колебательной угловой скорости в первую половину периода импульсного момента совпадает с направлением естественной закрутки стержня. Из конца естественно закрученного стержня импульсы выходят одновременно. По мере распространения по второму круглому стержню импульс крутящего момента (скорость распространения 3400 м/с) отстает от продольного импульса (скорость 5000 м/с).

При входе продольного импульса сжатия в естественно закрученный стержень импульсный момент не образуется. Импульсный крутящий момент имеет синусоидальную форму при небольших длинах закрученного стержня. Если длина последнего превышает продольный импульс, то между полуволнами импульсного момента образуется горизонтальный участок, совпадающий с нулевой линией моментов. Оптимальная длина участка штанги из закрученного стержня равна длине продольного импульса. В этом случае полуволны импульсного крутящего момента противоположного знака не накладываются и не гасят друг друга и, следовательно, обладают большей энергией. Промежутка между полуволнами нет. Увеличение участка штанги из естественно закрученного стержня свыше длины продольного импульса позволя-

ет в пределах, определяемых длиной штанги, изменять время прихода второй полуволны к торцу штанги.

Данная ударная система позволяет за счет изменения длины участка штанги, расположенного после закрученного стержня, совмещать по времени импульсы осевого и крутящего моментов, так как они распространяются с разными скоростями.

Для естественно закрученного стержня диаметром 50 мм, при угле подъема винтовой линии  $\alpha = 45^\circ$  максимальный крутящий момент достигает 680 Н·м, а осевое усилие – 189 кН.

Таким образом, установлено, что при прохождении продольного ударного импульса через естественно закрученный стержень возникает импульсный крутящий момент, который по амплитуде может значительно превосходить момент, создаваемый вращателями бурильных машин вращательно-ударного действия. При соответствующем подборе параметров импульсов, возможно применение таких ударных систем для бурения породы с целью интенсификации процесса разрушения за счет комбинированного воздействия на породу импульсных осевых и крутящих моментов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рындин В.П. Электрические процессы при распространении ударных волн в штангах бурильных машин / В.П. Рындин, Ю.Н. Торунаков // Совершенствование технологии, организации и механизации строительства угольных предприятий: Труды института КузНИИшахтострой, выпуск 10.- Кемерово, 1972.- с.203-207.
2. Друзь А.Н. Однородные решения и задачи Сен-Венана для естественно закрученного стержня/ А.Н. Друзь, Н.А. Поляков, Ю.А. Устинов// Прикл. Мат и мех., 1996, т. 60, вып. 1. - с. 102-110.
3. Рындин В.П. К вопросу распространения ударных импульсов в естественно-закрученных стержнях./ В.П. Рындин, Ю.Н. Торунаков, В.М. Романов, Сб. научн. тр. КузНИИшахтострой.- Кемерово, 1975, вып.14. - с. 82-83.

Автор статьи:

Рындин

Владимир Прокопьевич

- канд.техн.наук, доц. каф.

стационарных и транспортных машин