

Таким чином, запропоновані залежності дозволяють визначити сили різання найбільш розповсюджених за формою та обрисом бурових різців. Ці сили визначаються по геометричним параметрам та режимам роботи різця, а також по фізико-механічним характеристикам ґрунту, які вже можуть бути відомими навіть на стадії проектування об'єкту. Тим самим вирішена головна задача при створенні робочих органів бурових машин - правильний вибір форми і параметрів різців та їх раціональне розташування на ґрунторуйнуючій частині бура.

Результатами теоретичного дослідження використані при проектуванні, виготовленні та випробуваннях кільцевих бурових робочих органів [4].

Література

1. Ветров Ю.А. Резание ґрунтов землеройными машинами. - М.: Машиностроение, 1971. - 357с.
2. Свешников И.А., Мишнаевский Л.Д. Расчет рациональной конструкции горнобурового инструмента // Синтетические сверхтвердые материалы в уроне инструменте. - К.: 1988, с 112 - 119.
3. Смирнов В.Н. Особенности процесса разрушения ґрунтов двугранными ножами. // Горные, строительные, дорожные и мелиоративные машины. - Вып.42. - К.: Техника, 1989. - с. 50-54.
4. Смирнов В.Н., Кособородов Ю.А., Вольтерс А.Ю., Дондуков А.Д. Буровые рабочие органы кольцевого типа. // Механизация стр-ва. - 1990. - № 4, с. 9-11.

УДК 621.926.5

В.А. Настоящий, канд. техн. наук, С.А. Джирма

ОБОСНОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ СНИЖЕНИЯ ПЕРЕДАЧИ ЭНЕРГИИ УДАРА НА РАБОЧИЕ ПОВЕРХНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО И ТРАНСПОРТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ РЕЗИНОВЫХ ФУТЕРОВОК СПЕЦИАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ.

Одним из эффективных способов защиты узлов и элементов дорожных, строительных и транспортных машин от ударных нагрузок и абразивного износа является применение резиновых покрытий [1, 2], так как они отвечают следующим требованиям:

- 1 передают на защищаемую поверхность минимальную энергию удара;
- 2 имеют достаточную механическую прочность и износостойкость;
- 3 обладают простотой и быстротой замены.

При возрастании ударных нагрузок в оборудовании большой мощности эффективность применения резиновых футеровочных плит традиционной конструкции снижается, так как возрастает передача энергии удара на защищаемую поверхность, при этом увеличивается вероятность разрушения самой футеровки [3].

Поэтому вызывает интерес исследование процесса передачи энергии удара резиновыми элементами специальных конструкций, представляющих резиновые плиты, снабженные по периферии упругими ребрами, высота которых превышает толщину плит.

Для аналитического исследования ударного взаимодействия футеровки специальной конструкции с падающими телами применена волновая теория удара [4], согласно которой деформации и напряжения, вызванные ударной нагрузкой, движутся по телу в виде волн.

Выполним расчет параметров волн возникающих у граничных поверхностей резиновой футеровочной плиты специальной конструкции при ее ударном нагружении твердыми телами, например металлическими шарами.

Система двух соударяющихся тел: (металлический шар и резиновая защитная плита с воздушным зазором), имеет три граничных поверхности (рис.1):

- A-A – поверхность контакта шара с плитой;
- B-B – резиновая плита – воздушный зазор;
- C-C – футеровка – защищаемая поверхность.

При существовании нескольких граничных поверхностей происходит многократное отражение, преломление и наложение ударных волн. Общая картина волнового процесса во времени значительно усложняется. В связи с этим целесообразно построение волновых диаграмм, которые являются основой для составления волновых уравнений (рис.1).

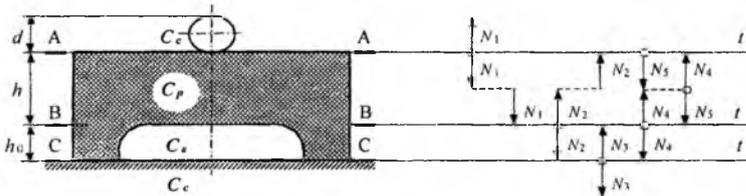


Рис.1 Волновая диаграмма описывающая процесс соударения шара и резиновой футеровочной плиты специальной конструкции

Для определения параметров волн используем основное уравнение волновой теории удара [4], связывающее начальные и текущие параметры волны

$$N - N_{\Pi} = \pm C (V_{\Pi} - V), \tag{1}$$

где N_{Π} – начальное (предыдущее) значение силы;

N – сила ударного взаимодействия между телами или сила удара;

V_{Π} – начальное (предыдущее) значение скорости;

V – текущее значение скорости;

C – ударная жесткость того тела для которого составляется уравнение,

$$C = \rho a F, \tag{2}$$

ρ – плотность материала, a – скорость распространения волны,

F – площадь поперечного сечения тела.

Обозначим:

$C_c = \rho_c a_c F_c$ – ударная жесткость стального шара;

$C_p = \rho_p a_p F_p$ – ударная жесткость слоя резины над воздушным зазором;

$C_v = \rho_v a_v F_v$ – ударная жесткость воздуха;

$C_n = \rho_n a_n F_n$ – ударная жесткость защищаемой поверхности (стальной барабан мельницы, кузов самосвала, приемный бункер).

С учетом принятых обозначений составим систему уравнений для граничной поверхности A-A

$$N_1 - 0 = C_c (V_0 - V_1); \quad N_1 = C_c (V_0 - V_1); \tag{3}$$

$$N_1 - 0 = -C_p (0 - V_1); \quad N_1 = C_p V_1, \tag{4}$$

откуда

$$\frac{N_1}{C_c} = V_0 - V_1; \tag{5}$$

$$\frac{N_1}{C_p} = V_1. \tag{6}$$

Складывая уравнения (5) и (6), находим

$$\begin{aligned} \frac{N_1}{C_c} + \frac{N_1}{C_p} &= V_0 - V_1 + V_1; \\ N_1 \cdot \left(\frac{1}{C_c} + \frac{1}{C_p} \right) &= V_0; \\ N_1 &= \frac{V_0}{\frac{1}{C_c} + \frac{1}{C_p}} = \frac{V_0}{\frac{C_p + C_c}{C_p C_c}} = \frac{C_p C_c V_0}{C_p + C_c}. \end{aligned}$$

Т о, решая систему уравнений (3) и (4), получаем выражение для определения силы возникающей при соударении тел в точке контакта ударника с поверхностью футеровочной плиты

$$N_1 = \frac{C_p C_c}{C_p + C_c} V_0; \quad (7)$$

из уравнения (4) определяем скорость движения контактной площадки

$$V_1 = \frac{C_c}{C_p + C_c} V_0. \quad (8)$$

Аналогично составляем уравнения для определения сил N_2 и N_3 которые возникают на граничных поверхностях В-В и С-С соответственно (рис. 1).

Уравнение для определения силы N_3 возникающей на защищаемой поверхности, запишется в виде

$$N_3 = \frac{\rho_a \cdot a_a \cdot F_c}{1 + \frac{\rho_a \cdot a_a \cdot F_a}{\rho_n \cdot a_n \cdot F_n}} \left(\frac{N_2}{\rho_a \cdot a_a \cdot F_a} + V_2 \right). \quad (9)$$

Входящая в выражение акустическая жесткость воздуха $\lambda_a = \rho_a a_a$ очень мала по сравнению с жесткостью твердых материалов. Например для стали $\rho_c a_c = 39,8 \times 10^6$, для воздуха $\rho_a a_a = 9 \times 10^3$ и

$$\frac{\rho_a \cdot a_a}{\rho_c \cdot a_c} = 0,000225 \ll 1.$$

Подставляя значение акустической жесткости воздуха в выражение (9), получаем $N_3 \approx 0$, т.е. ударная волна не достигает защищаемой поверхности.

Расчеты по формуле (9) позволили установить: в случае если величина прогиба не превышает высоту воздушного зазора передача энергии удара на защищаемую поверхность практически отсутствует.

Данные исследования позволяют более широко применять резиновые футеровки для защиты рабочих поверхностей дорожных строительных и транспортных машин испытывающие значительные ударные нагрузки, на основе применения резиновых элементов специальной конструкции.

В дальнейших исследованиях планируется рассмотреть процесс передачи энергии на защищаемую поверхность для случая ударного нагружения футеровок с воздушным зазором, высота которого допускает смещение слоя резины до контакта с защищаемой поверхностью, т.е. для случая когда величина прогиба равна или превышает высоту воздушного зазора.

Литература

1. Пенкин Н.С. Гуммированные детали машин. – М.: Машиностроение, 1977. – 200 с.
2. Защитные футеровки и покрытия горно-обогатительного оборудования. А.А. Тарасенко, Е.Ф. Чижик, А.А. Взоров, В.А. Настоящий – М.: “Недра”, 1985. – 204 с.
3. О возможности использования эластомеров для футерования рудоразмольных мельниц I стадии измельчения / А.А. Тарасенко, В.А. Настоящий, Б.И. Коротких и др. – В кн.: Добыча и переработка руд цветных металлов. Норильск, 1998 – С. 92-96.
4. Александров Е.В., Соколинский Б.В. Прикладная теория и расчеты ударных систем. – М.: Наука, 1969. – 202 с.

УДК 624.131.35

М.К.Сукач, канд. техн. наук

МОДЕЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ГРУНТОМ ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО ИНДЕНТОРА

Определение прочностных характеристик подводных грунтов в большинстве своем основано на методах оценки массивов косвенными методами, например, методами сейсмоакустики или путем отбора представительных проб с помощью пробоотборников различных конструкций и принципа действия. Однако для слабых донных осадков результаты исследования оказываются не вполне достоверны из-за разупрочнения отобранных образцов при снятии высокого гидростатического давления (так, при подъеме с глубины 6000 м давление уменьшается в 600 раз, в результате в образце происходят необратимые деструктивные изменения). При акустическом зондировании амплитуда отраженного сигнала связана с несколькими параметрами осадков и поэтому неоднозначно определяет их.

В КНУСА разработан способ определения деформационно-прочностных свойств подводного грунта на месте залегания с помощью гравитационного цилиндрического индентора. Для этого применяют длинный цилиндрический зонд с датчиками ускорения и силы или трубчатый пробоотборник, снабженный акселерометром и датчиком натяжения его подвески.

Индентор подвешивают на канате к лебедке и опускают на дно. Регистрируют график ускорения при внедрении в грунт до полной остановки и натяжение подвески при подъеме индентора из грунта. Измеренные параметры в функции времени позволяют определить сцепление и динамическую структурную вязкость грунта.

Гипотезы и допущения, принятые в модели: грунт представляет собой вязкопластичную однородную среду (модель Бингама-Шведова); движение индентора в грунте в первом приближении считается относительно медленным (по сравнению со скоростью распространения упругих волн) и квазистационарным; исследования проводятся в условиях несжимаемой среды; вязкость воды не учитывается. Предполагается, что длина индентора по меньшей мере в несколько раз превышает его диаметр; цилиндрический зонд внедряется в грунт вертикально.

1. Расчет сил, действующих на индентор

Расчетная схема зондирования грунта показана на рис.1. Здесь r_0 – радиус цилиндрической части зонда; h_1 – глубина погружения его в грунт; h_n – длина наконечника; h – длина цилиндрической части зонда, заглубленной в грунт; r_1 – расстояние до границы зоны текучести грунта.

Уравнение движения вязкой несжимаемой среды в векторном виде [1]:

$$\rho \left[\frac{\partial \vec{V}}{\partial t} + (\vec{V} \nabla) \vec{V} \right] = \rho \vec{g} - \nabla P + \mu \nabla^2 \vec{V}; \quad \text{div} \vec{V} = 0, \quad (1)$$