

УДК 624.023. 023.943

В.Н. ЧИРВА, канд. техн. наук, доц., А.А. САВЧЕНКО, ст. преподаватель,  
А.П. СУХАН, ст. преподаватель  
ГВУЗ «Криворожский национальный университет»

### ДИНАМИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ФУНДАМЕНТА ДРОБИЛКИ ДРОБИЛЬНО-ПЕРЕГРУЗОЧНОГО УЗЛА НА отм. -60 м ПАО «ИнГОК»

Рассмотрены вопросы инструментального динамического обследования дробилки крупного дробления и влияния динамических нагрузок на строительные конструкции. Рассмотрены причины нарушения нормативных условий работы дробильного оборудования. Выполнен анализ негативного влияния сверхнормативных динамических нагрузок на техническое состояние фундамента и конструкций опускного колодца.

Дробильно-перегрузочный узел концентрационного горизонта отм. -60,0 м представляет собой сооружение цилиндрической формы (колодец) со стенами, выполненными из монолитного железобетона. Оголовок колодца представляет собой железобетонный прямоугольный бункер, предназначенный для приема руды от самосвалов и передачи ее в дробилку ККД-1500/180.

Дробилка установлена на железобетонный фундамент, являющийся верхней частью железобетонного прямоугольного передаточного бункера, смонтированного на шесть железобетонных колонн. Фундаменты под колонны - железобетонные отдельно стоящие, верхний обрез фундаментов находится на уровне дна колодца. Передаточный бункер предназначен для передачи руды от дробилки к питателям, расположенным на нижележащем перекрытии. План перекрытия на отм. -70,7 м и вертикальный разрез приведены на рис. 1.

В результате планового общего обследования рамного фундамента дробилки дробильно-перегрузочного узла на отм. -60 м было выявлено наличие трещин в нижней части колонн. Вместе с тем, согласно измерениям, проведенным ООО «НИПИ Будтехэкспертиза» и, зафиксированы повышенные амплитуды колебаний фундамента при загрузке дробилки кусками рудной массы наибольшего размера.

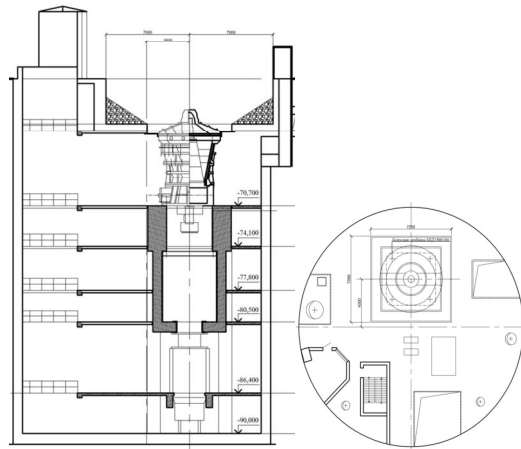


Рис. 1. Вертикальный разрез и план отм. -70,7 м

Амплитуды колебаний находятся в пределах 36-38 мм, что превышает допустимые 0,3 мм по СНиП 2.02.05-87 в 120 раз. Согласно измерений, проведенных ОНИЛАЭ ПГАСА, амплитуда колебаний составила 0,42 мм.

Для уточнения динамических нагрузок на рамный фундамент для разработки проекта усиления рамного фундамента ГПИ «Кривбасспрект», оценки эффективности и установления причин, вызывающих колебания повышенной амплитуды, было произведено динамическое обследование верхнего обреза фундамента и дробилки в два этапа - до и после усиления.

Регистрация колебаний и преобразование сигналов в спектральную форму осуществлялось при помощи анализатора вибрации АС-6400 в режиме обычной загрузки дробилки на уровне верхнего обреза фундамента в двух взаимно-перпендикулярных направлениях. Результаты измерений представлены на рис. 2.

Из данных спектрограмм видно, что основные колебания совершаются на частотах 1,5 и 3 Гц. Частота собственных колебаний фундамента дробилки согласно [5] 1,63 и 1,43 Гц, а частота вращения конуса - 1,5 Гц, что свидетельствует о наличии резонанса и наибольших амплитуд колебаний на этой частоте.

После производства работ по усилению дробилки путем создания жесткого диска вокруг верхнего обреза фундамента с опиранием на скальные породы (для ограничения горизонтальных смещений верхнего обреза фундамента и передачи динамических воздействий на скальные породы) были проведены повторные замеры уровня колебаний. Результаты измерений представлены на рис. 3.

Сравнивая амплитуды виброускорений, можно сказать, что уровень вибраций в диапазоне частот 1,5-3 Гц уменьшился в 10-15 раз.

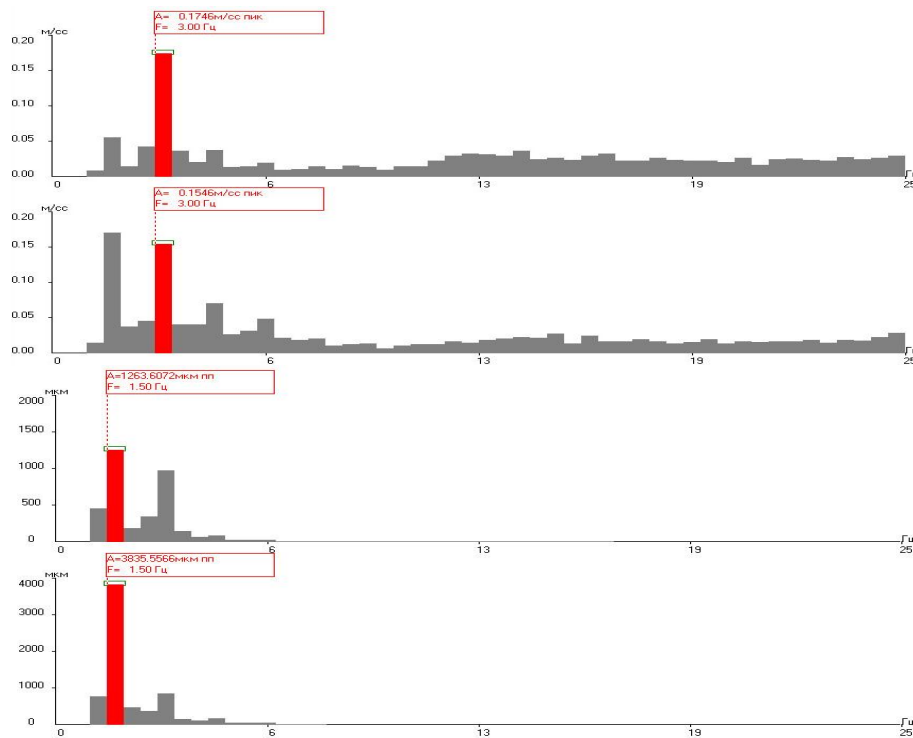


Рис. 2. Спектрограммы виброускорений и перемещений в области низких частот до усиления

Для выявления причин, которые привели к колебаниям фундамента, отличающихся от нормального режима эксплуатации, было выполнено визуальное и динамическое обследование корпуса дробилки.

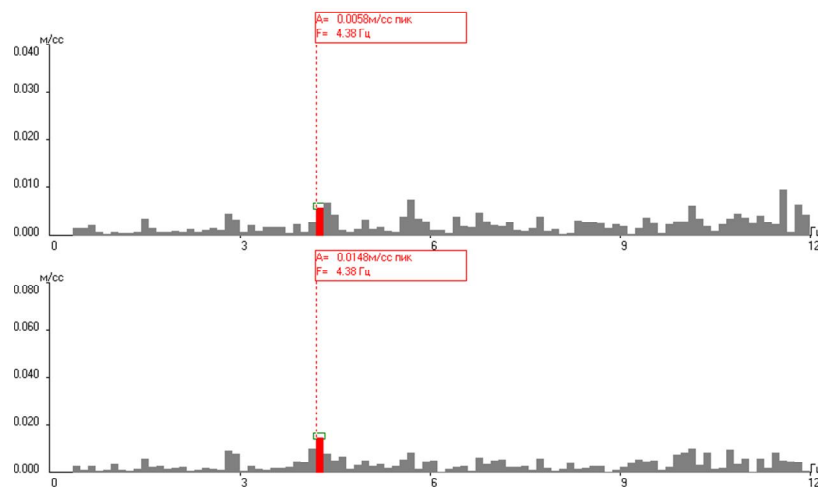


Рис. 3. Спектрограммы виброускорений в области низких частот после усиления

Визуальный осмотр частей дробилки констатирует тот факт, что она собрана из отдельных частей аналогичных дробилок, что недопустимо согласно [1,2]. Поскольку каждая дробилка индивидуального изготовления, каждая ее часть является в своем роде уникальной и подогнанной к другим частям при изготовлении. Доказательством этого может служить несовпадение (отсутствие) монтажных отверстий под стягивающие болты в нижнем и среднем кольцах дробилки. Кроме того в местах совпадения отверстий не установлены стяжные болты, схема расположения которых указана в [3].

При данных исходных условиях дробилка работает в следующем режиме. При работе в пустом режиме на холостом ходу отсутствуют силы реакции от измельчаемой горной массы наблюдаются колебания частей дробилки и фундаментов не превышающие нормативные. В момент загрузки в дробилку горной массы появляются силы реакции между кусками горной массы, конусом и элементами корпуса дробилки. На этом этапе работы дробилки наблюдается

постепенное раскачивание фундамента. Вместе с тем наблюдаются биения и скачки среднего кольца дробилки относительно нижнего кольца. Максимальные амплитуды отклонения скоростей и ускорений наблюдаются в моменты попадания крупных кусков (бутов) горной массы или подачи горной массы с высоким процентным содержанием крупной фракции. Проведенные измерения виброускорений частей дробилки и последующий их анализ, подтверждают данные визуального осмотра о нежестком соединении частей между собой (рис. 4,5).

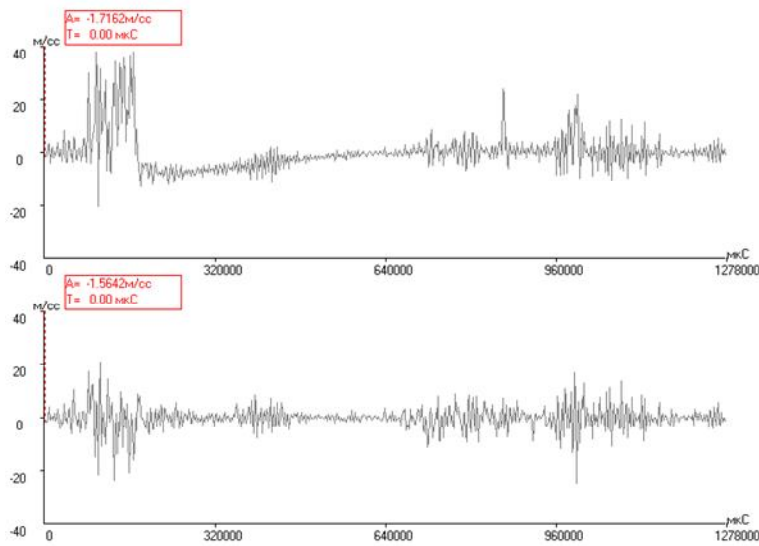


Рис. 4. Акселерограммы виброускорений средней и нижней частей дробилки

При податливом соединении частей дробилки после попадания рудной массы между подвижным внутренним и неподвижным внешним конусом дробилки возникает давление стенок конуса на кусок рудной массы, который под действием этих сил должен разрушаться. При наличии податливости между частями дробилки происходит их взаимное смещение, до момента условного заклинивания конуса и стенок дробилки и уравнивания дей-

ствующих сил (рис. 6).

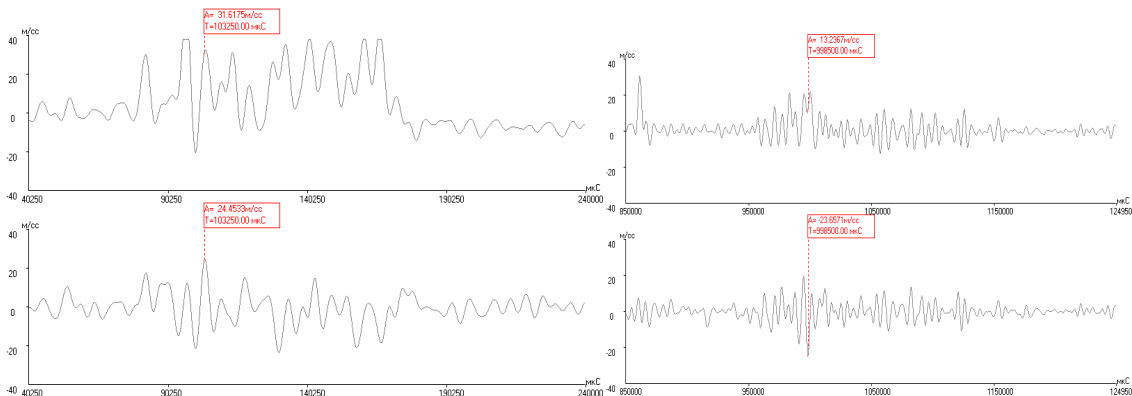


Рис. 5. Увеличенные фрагменты акселерограммы виброускорений

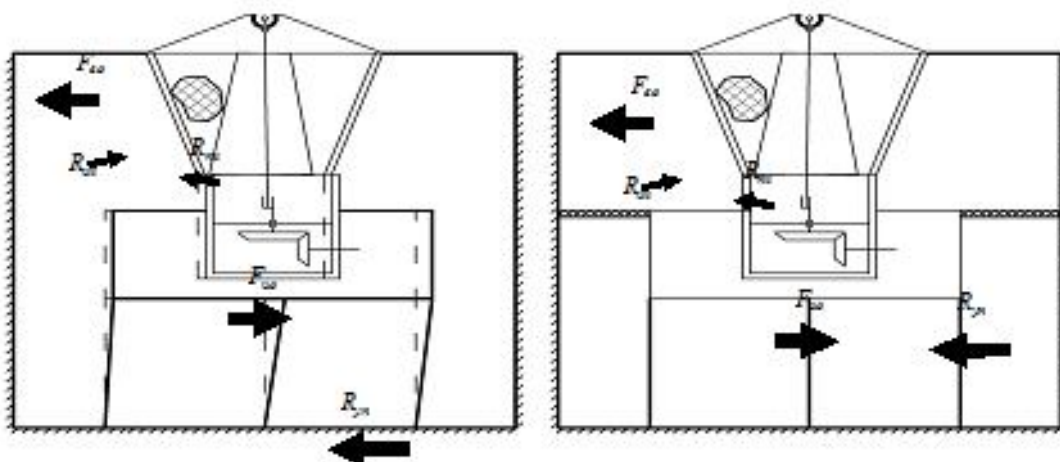


Рис. 6. Схема взаимодействия дробилки и фундамента

Основной причиной повышенных сверхнормативных колебаний и деформаций системы «дро-

билка-фундамент» является существенное отступление от норм эксплуатации обследуемого оборудования. Данный фактор приводит к преждевременному износу, как самого оборудования, так и строительных конструкций сооружения в котором оно расположено. Значительная часть энергии, передаваемая от привода к дробилке, затрачивается на раскачивание и колебание системы «дробилка-фундамент», что приводит к перерасходу электроэнергии при измельчении рудной массы.

#### Список литературы

1. ГОСТ 6937-91 Конусные дробилки. Общие технические требования, М.: Издательство стандартов, 1991. – 16 с.
2. ВСН 406-87 Монтаж технологического оборудования обогатительных и агломерационных фабрик. М.: Издательство стандартов, 1988. –8 с.
3. Отчет о НИР № 24-926-12 «Динамическое обследование рамного фундамента дробилки дробильно-перегрузочного узла на отм. -60 м ПАТ «ИнГОК», 2012г, – 31 с.
4. Отчет «Инструментальное обследование, паспортизация сооружения ДФ ПАО «ИнГОК» г.Кривой Рог».Перегрузочный узел концентрационного горизонта отм.-60,0м., 2011г. – 19с.
5. Заключение по результатам обследования строительных конструкций дробильно-перегрузочного узла концентрационного горизонта на отм.-60,0 м (договор №3242-02 от 15 июня 2009г.), шифр 3242-03.03.01-ИД, 2009 г. - 61 с.

Рукопись поступила в редакцию 19.03.12

УДК 622.272: 624.191.5

А.Н. РОЕНКО, д-р техн. наук, проф., В.В. КОВАЛЕНКО, канд. техн. наук., доц.

Национальный горный университет

С.А. ХАРИН, д-р техн. наук, доц., ГВУЗ «Криворожский национальный университет»

### ИССЛЕДОВАНИЕ СТЕПЕНИ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА ТЕМПЫ ПРОХОДКИ ВЫРАБОТОК В ГЛУБОКИХ ШАХТАХ

Затронуты вопросы организации работ по реконструкции шахт. Исследовано влияния ряда факторов: прочностных свойств пород, производительности бурового и погрузочного оборудования, а также средств крепления на темпы сооружения выработок глубоких шахт.

Активная реконструкция глубоких шахт для поддержания их производственной мощности требует своевременного ввода в эксплуатацию большого объема различных горных выработок. В этой связи соблюдение заданных темпов проходки выработок является важной задачей организации работ. Можно предполагать, с учетом отмеченного, что актуальным является исследование зависимости скорости проведения выработки от таких факторов, как крепость пересекаемых горных пород, производительность бурового и погрузочного оборудования, средств крепления.

Для исследования влияния крепости пород на темпы проходки горизонтальных выработок примем следующие условия. Проходка выработки, площадью поперечного сечения (здесь и далее) в черне 16 м<sup>2</sup>, производится в обычных условиях буровзрывным способом. Крепление выработки - комбинированное, предусматривающее сочетание набрызгбетона и анкеров.

Наибольшая скорость проходки выработки наблюдается при минимальном значении коэффициента крепости пород, в рамках нами рассмотренного, и составляет 45,94 м/мес (примем за 100 %) при соответствующей глубине шпуров 2,61 м. Рост коэффициента крепости пород приводит к уменьшению скорости проходки выработки, например, при крепости 9 она составит 36,26 м/мес (78,9 %), при крепости 12-27,81 м/мес (60,54 %). При возрастании коэффициента крепости пород до 15 скорость проходки будет составлять уже менее половины базового уровня, а именно 21,3 м/мес (46,36 %), а при достижении значения крепости 17 сократится до 18,13 м/мес (39,46 %).

**Таким образом,** при изменении коэффициента крепости пород от 6 до 17, расчетная скорость проходки горной выработки, как интегральный показатель различных факторов, сократится в 2,5 раза, что позволяет считать крепость пород определяющим параметром при организации работ.

В общем виде зависимость скорости проходки выработки  $v$  от коэффициента крепости пород  $f$  по шкале проф. М.М. Протодяконова может быть описано выражением

$$v = -2,5486f + 59,612$$

Исследуем далее зависимость скорости строительства выработки от изменения эксплуатационной производительности бурового оборудования. Проходка осуществляется в породах с коэффициентом крепости 16 по шкале проф. М.М. Протодяконова.