

**Результати роботи.** За результатами критичного огляду науково-технічної літератури встановлено фактори, що впливають на виникнення вібрації в зоні різання токарно-гвинторізного верстата мод. SV18R. Отримано критерії подоби, що дозволяють поширити данні досліджень на інші верстати. Проведено дослідження джерел коливання верстата та надано їх кількісну оцінку. Пропоновано використовувати у якості віброізолятора дві мідні пластинки, що розташовані по бічним сторонам різця у місцях затиску інструмента у різцетримачі. Розроблено критерії оцінки дії віброізолятора та дана їх кількісна оцінка. Середнє зменшення амплітуди коливань в діапазоні частот від 1,5 до 18,03 Гц становило  $\Delta A_{cp} = 2,296$  віброшвидкості  $\Delta V_{всп} = 3,747$  та віброприскорення  $\Delta a_{всп} = 3,989$ . Середньозважене зменшення амплітуди коливань в указаному діапазоні частот коливань становило  $\bar{A} = 1,787$ , віброшвидкості –  $\bar{V}_B = 0,074$ , віброприскорення –  $\bar{a}_B = 0,003$ . Аналітично визначено пружну деформацію різця, що виникає під дією складової сили різання. Доведено, що пружна деформація різця незначна і на заданих режимах механічної обробки істотно не впливає на параметри його вібрації в зоні різання.

Подальші дослідження будуть направлені на розробку заходів для зменшення інтенсивності вібрації в активних точках..

#### Список літератури

1. **Каширин А. И.** Исследование вибраций при резании металлов. - М-Л: АН СССР, 1944. - 132 с.
2. **Жудинов В.А.** Динамика станков. – М.: Машиностроение, 1967. - 359 с.
3. **Жарков И.Г.** Вибрации при обработке лезвийным инструментом. – Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1986. – 184 с.
4. **Душинский В. В.** Оптимизация технологических процессов в машиностроении / Под общ. ред. к.т.н. Г.Э. Таурита. - К.: Техніка, 1977. - 176 с.
5. **Смирнов Н.В., Дунин-Барковский И.В.** Курс теории вероятности и математической статистики. - М.: Наука, 1969. - 512 с.
6. Справочник технолога-машиностроителя. Т2. Под ред. Косиловой А.Г. и Мещерякова Р.К. – М.: Машиностроение, 1985.
7. **Биргер И.А., Мавлютов И.А.,** Сопrotивление материалов: Учебное пособие. – М.: Наука, 1986. – 560с.

Рукопис подано до редакції 19.03.13

УДК 622.233

Л.А. БУГАЙ, старший преподаватель, ГВУЗ "Криворожский национальный университет"

### АНАЛИЗ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОВОРОТНОГО ВИНТА ГЕЛИКОИДАЛЬНОЙ ПАРЫ ПЕРЕНОСНОГО ПНЕВМАТИЧЕСКОГО ПЕРФОРАТОРА МОДЕЛИ УТ28 (Китай)

Выполнены измерения геометрических параметров геликоидального винта (угла поворота и шага) и их влияния на эффективность работы пневматического перфоратора.

**Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.** На шахтах Украины наряду с классическими отечественными конструкциями переносных ПП50В1 и телескопных ПТ48А перфораторов, массово закупаются и внедряются в горнодобывающую отрасль переносные перфораторы УТ28, УТ24, УТ27 (Китай). Эти модели разработаны на давно известных и традиционных для перфораторов принципах, у которых зависимый поворот буровой штанги осуществляется с помощью храпового механизма и геликоидальной пары.

Эффективность работы переносных перфораторов определяется выбором и обоснованием геометрических параметров винтовой спирали геликоидальной пары, которая является одной из основных узлов перфораторов и определяет важные его показатели: величину энергии удара, скорость вращения бура, крутящий момент.

**Анализ исследований и публикаций.** Исследованию геометрических параметров винтовой спирали геликоидальной пары перфораторов с зависимым поворотом бурового инструмента посвящены работы: О.Д. Алимова, Д.А. Артамоновой, П.А. Артемова, А.Г. Дядюры, И.А. Бегагоена, А.И. Бажала, А.И. Бойко, Л.И. Барона, Б.Г. Бовдуя, Н.Н. Есина, К.И. Иванова, И.А. Остроушко, Л.И. Пирогова и др.

Геликоидальные соединения храповых поворотных механизмов перфораторов, эксплуатируются в тяжелых условиях при высоких скоростях скольжения (6-8 м/с), больших давлениях (2-3 МПа), высокой частоте приложения ударной нагрузки (40-60 уд/с), интенсивном абразивном изнашивании и несовершенной смазке [1]. Износ изменяет форму и размеры деталей и их относительное расположение в машине.

По данным работы [5] храповые поворотные механизмы перфораторов с зависимым поворотом, бывают двух типов: с геликоидальным стержнем, рис. 1 и без отдельного стержня геликоидального, но с винтовыми пазами, которые выполнены на хвостовой части поршня, рис. 2.

На рис. 1 представлена схема работы храпового механизма с геликоидальным стержнем. Геликоидальный стержень 1 является основным элементом храпового механизма. В гнездах головки стержня размещаются собачки 2. Во внутренней части храпового кольца 3, располагается головка стержня с собачками, которые прижаты к зубцам храпового кольца пружинами 4. Геликоидальные шлицы стержня входят в пазы гайки геликоидальной 5, соединенной с поршнем 6 резьбой. Прямолинейные шлицы поршня входят в шлицы поворотной буксы 7, которая тремя кулачками соединяется с гранбуксой 8. Хвостовик бура 9 входит в шестигранное отверстие гранбуксы.

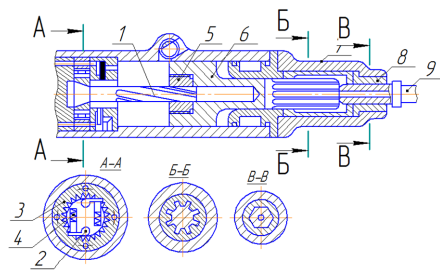


Рис. 1 - Храповый механизм с геликоидальным стержнем

Из рис. 1 видно, что собачки позволяют стержню геликоидальному вращаться только против часовой стрелки. Во время рабочего хода поршня гайка геликоидальная, давит косыми выступами на шлицы геликоидального стержня и заставляет его вращаться против часовой стрелки. Собачки во время этого процесса, проскальзывают по зубцам храпового кольца и не препятствуют повороту стержня, а поршень движется вперед. После нанесения удара поршень

начинает движение назад. Гайка геликоидальная в соединении с геликоидальным стержнем стремится его вращать по часовой стрелке, но упор торцевых поверхностей собачек в зубцы храпового кольца препятствуют этому повороту, что дает возможность вращению самому поршню. Вращение бура перфоратора осуществляется через шлицевое вращение поршня с поворотной буксой и соединенной с ней гранбуксой с буром.

На рис. 2 представлен храповый механизм без отдельного стержня геликоидального, но с пазами винтовыми, которые выполнены на хвостовой части поршня.

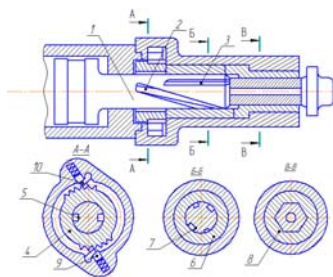


Рис. 2. Храповый механизм с винтовыми пазами на поршне

Хвостовая часть поршня 1 имеет четыре паза. Два геликоидальных паза 2 и два прямых паза 3. Выступы геликоидальные 5 храпового кольца 4 входят в пазы хвостовика поршня, а прямые выступы 7 поворотной буксы 6 входят в прямые пазы поршня. Торцевая часть поворотной буксы имеет кулачки, которые предназначены для соединения с гранбуксой 8. Наружная поверхность храпового кольца имеет зубья, к которым при помощи плунжера 9 с пружинами прижимаются собачки 10. В гнездах патрона перфоратора размещены собачки с плунжерами. Принцип работы этого механизма аналогичный описанному выше.

Перфоратор, имеющий поворотный механизм с геликоидальными пазами на поршне, проще по конструкции, но для успешной его работы требуется геликоидальную и поворотную буксы изготовлять из высокооловянистой прессованной бронзы. В мировой практике предпочтение отдается поворотным механизмам с геликоидальным стержнем переносных и телескопных перфораторов.

Согласно работы [1] профиль зуба, применяемый в подвижном геликоидальном соединении механизма поворота бура перфоратора, имеет трапецевидный профиль. Геликоидальные соединения выполняются с винтовой нарезкой зубьев, для преобразования поступательного движения во вращательное. В работе это соединение испытывает напряжение скручивания.

Согласно работы [1] конструктивные параметры и точность элементов геликоидального соединения стандартами не регламентированы.

Расчетный диаметр геликоидального соединения - средний диаметр. Средний диаметр является центрирующим для геликоидального соединения и к его точности предъявляются повышенные требования. Геликоидальная пара сопрягается только по боковым сторонам шлицев, а по наружному и внутреннему диаметрам предусмотрены гарантированные зазоры.

Основная характеристика точности геликоидального соединения - величина зазора, которая, с одной стороны, должна обеспечивать взаимозаменяемость при сборке, с другой - оптимальные эксплуатационные качества соединения.

Проведенными исследованиями установлено, что с уменьшением зазоров в геликоидальном соединении переносного перфоратора от 2,0 мм до 0,4 мм энергия удара увеличивается на 25 %, крутящий момент на 50 %, а расход воздуха уменьшается на 15%.

Оценка точности в геликоидальном соединении проводится по следующим показателям: радиальный, угловой, осевой зазоры, которые оказывают значительное влияние на динамику работы перфораторов переносных и телескопных. Так, угловые зазоры изменяют угол поворота бурового инструмента. Радиальные зазоры вызывают добавочные эксцентриситеты, которые способствуют появлению внецентральных ударов поршня - ударника, а следовательно, добавочных ударных нагрузок. Осевые зазоры порождают мертвый ход поршня. Кроме того, эти зазоры являются дополнительными источниками шума и вибрации.

Из работы [5] следует, что обработка рабочих поверхностей геликоидальной пары должна производиться с высокой точностью и чистотой. При снижении точности изготовления КПД этой пары снижается до «0», тогда как хорошо изготовленная пара геликоидальная способна обеспечить надежное вращение бура и значительный крутящий момент.

Технические характеристики переносных и телескопных перфораторов: скорость вращения бура, крутящий момент перфоратора, угол поворота бура, энергия удара, зависят от угла наклона геликоидальных шлицев [2].

По данным работы [2] скорость вращения бура зависит от угла наклона геликоидальных шлицев относительно оси вращения и повышается при увеличении этого угла.

Крутящий момент перфоратора с увеличением угла наклона шлицев сначала возрастает, а затем снижается.

У всех отечественных перфораторов угол наклона винтовой спирали составляет  $5^\circ$ , у зарубежных перфораторов этот угол составляет  $9-11^\circ$ , а у некоторых моделей -  $14^\circ$ .

Величина угла поворота бура зависит от крепости породы и величины энергии удара [2].

В зависимости от крепости пород, в которых производится бурение согласно [3], рекомендуются следующие значения углов поворота бура  $\beta$ :

при бурении пород с крепостью  $f < 10$ ,  $\beta = 18 \dots 36^\circ$ ;

при бурении пород с крепостью  $f = 10 \dots 16$ ,  $\beta = 9 \dots 18^\circ$ ;

при бурении пород с крепостью  $f > 16$ ,  $\beta < 9^\circ$ .

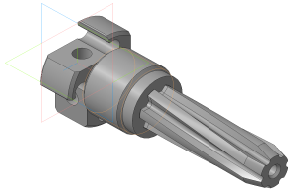
Анализ публикаций показал, что геометрические параметры переносных и телескопных перфораторов решающим образом влияют на эффективность их работы.

**Постановка задачи.** Задачей данной работы является проведение лабораторных исследований в изучении геометрических параметров (угла поворота и шага) винтовой спирали поворотных винтов перфораторов с зависимым поворотом, с целью определения влияния полученных результатов исследований на угол поворота бура за один ход поршня.

**Изложение материала и результаты.** Исследования геометрических параметров поворотных винтов переносных перфораторов УТ28 (Китай) проводились в лабораториях технического контроля криворожского предприятия ПАО ИПП «ЭНЕРГИЯ».

Объектом исследований были поворотные винты геликоидального соединения храповых поворотных механизмов переносных перфораторов УТ28 (Китай), эксплуатируемых в условиях шахт Кривбасса. На рис. 3 показана геликоидальная пара храпового поворотного механизма перфоратора.

Рис. 3 - Винт поворотный с гайкой



Лабораторные исследования проводились на вертикально-фрезерном станке модели FXJ40 при помощи универсально-делительной головки УДГ-Д-160, 7036-0051 ГОСТ 8615-69, индикатора часового типа TGL-7682-1 с ценой деления 0,01мм.

На рис. 4 приведены этапы замеров шага спирали поворотного винта перфоратора УТ28 (Китай).

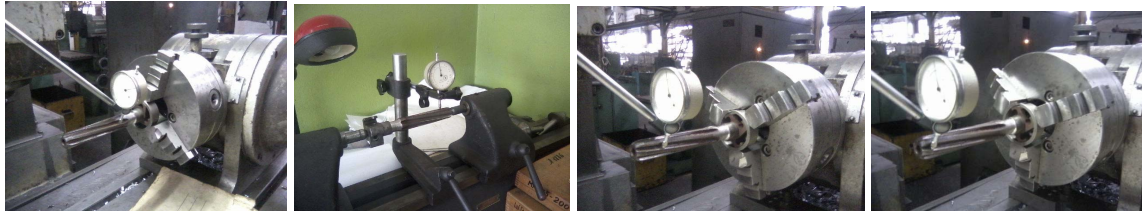


Рис. 4 Этапы замеров шага спирали поворотного винта перфоратора УТ28 (Китай)

Индикаторная головка закреплялась в специальной оправке, которая была установлена в шпинделе вертикально-фрезерного станка. Проведена настройка шкалы индикатора на «0». Процесс снятия показаний измерений производился в ручном и автоматическом режиме стола и ручном режиме поворота универсальной делительной головки.

Показания измерение геометрических параметров (шага спирали винта и угла поворота спирали) винта поворотного переносного перфоратора УТ28 приведены в табл. 1.

Таблица 1

Показания измерение геометрических параметров винта поворотного переносного перфоратора УТ28

Наименование детали	Диаметр наружный, мм	Диаметр внутренний, мм	Шаг спирали винта, мм	Угол поворота спирали винта, град.
Винт поворотный переносного перфоратора УТ28	23	16	715,2	4° 13'

С учетом полученных данных определим угол поворота бура за один ход поршня.

Угол поворота бура определим по формуле

$$\beta_0 = s \cdot \tan \gamma \cdot \eta \cdot \frac{360}{\pi d_c} \quad (1)$$

где  $d_c$  - средний диаметр поворотного винта, мм;  $s$  - ход поршня перфоратора, мм;  $\gamma$  - угол наклона винтовой спирали поворотного винта перфоратора, град;  $\eta$  - коэффициент, учитывающий наличие люфта в винтовой паре (для новых перфораторов он принимается - 0,7, а для изношенных - 0,5).

Исходя из формулы (1) выполним расчеты по определению угла поворота винта перфоратора за один ход поршня и построим зависимость поворота бура перфоратора от хода поршня, рис. 5.

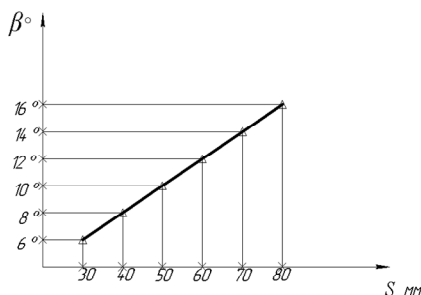


Рис. 5. Зависимость поворота бура перфоратора от хода поршня при угле наклона винтовых спиралей 4°13'

Ход поршня перфоратора принимает при расчетах следующих значениях - 30;40;50;60;70;80 мм.

#### Выводы и направление дальнейших исследований.

Выводы по работе: выполненный анализ геометрических параметров переносных и телескопных пневматические перфораторы с зависимым поворотом бурового инструмента выявил факторы, которые влияют на работу перфораторов.

#### Направления дальнейших исследований.

Обосновать рациональную геометрию геликоидальной пары перфораторов с зависимым поворотом бура. Вывести аналитические зависимости влияния угла поворота спирали и шага винта на основные энергетические параметры перфоратора.

#### Список литературы

1. Бегаоен И.А Повышение точности и долговечности бурильных машин / И.А Бегаоен., А.И.Бойко М.: Недра. 1986. - 213 с.

2. Бегаоев И.А., Дядюра А.Г., Бажал А.И. Бурильные машины / И.А. Бегаоев, А.Г. Дядюра, А.И. Бажал М.: Недра.1972. - 368 с.
3. Лукьянов В.Г., Комашенко В.И., Шмулыгин В.А. Взрывные работы / В.Г. Лукьянов, В.И. Комашенко, В.А. Шмулыгин. Т.: Издательство Томского политехнического университета, 2008. - 401 с.
4. Пирогов Л.И. Исследование вращающихся устройств буровых машин для подземных работ / Л.И. Пирогов Дисс. канд. техн. наук. Новосибирск, 1972. - 152 с.
5. Бегаоев И.А., Дядюра А.Г. Устройство и расчет современных перфораторов и пневмоударников / И.А. Бегаоев, А.Г. Дядюра. М.: Госгортехиздат, 1963. - 179 с.

Рукопись поступила в редакцию 22.02.13

УДК 622.233.6.001.57

А.А. ГУЛИВЕЦ, канд. техн. наук, доц., ГВУЗ "Криворожский национальный университет"

## МОДЕЛИРОВАНИЕ УДАРНЫХ ИМПУЛЬСОВ В СТЕРЖНЕВЫХ УДАРНЫХ СИСТЕМАХ

Изложены результаты математического моделирования ударных импульсов в стержневых ударных системах при их продольном соударении с учетом влияния геометрических параметров соударяемых элементов, физических и механических характеристик их материалов и учетом деформаций элементов систем при ударе.

**Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.** Явление удара широко используется в различных отраслях промышленности благодаря таким основным его свойствам: быстротечность процесса, возможность создавать в зоне контакта инструмента с обрабатываемым объектом значительных по величине усилий, приводящих к необходимому его деформированию или разрушению.

Рядом экспериментальных исследований установлено, что при использовании удара для разрушения горных пород при бурении шпуров и скважин энергоемкость процесса зависит от формы ударных импульсов, их амплитуды и продолжительности.

Было выполнено ряд теоретических и экспериментальных исследований, направленных на моделирование ударных импульсов и определение оптимальных параметров ударных систем. Однако, несмотря на большой объем выполненных исследований, к настоящему времени еще не созданы эффективные методики расчета параметров машин ударного действия, обеспечивающих при их применении генерирования в ударных системах импульсов необходимой формы. Поэтому разработка математической модели ударных импульсов и методики расчета параметров ударных систем при более полном учете особенностей процесса удара является актуальной задачей.

**Анализ исследований и публикаций.** Большой вклад в исследование процессов формирования волн деформаций при ударе внесли работы отечественных исследователей: В.Д. Андреева, К.И. Иванова [1,2], Е.В. Александрова и В.Б. Соколинского [3], Н.А. Кильчевского [4], О.Д. Алимова, В.К. Манжосова, В.Е. Емельянца [5], В.Ф. Горбунова, Л.А. Саруева, Г.М. Кашкарова, А.И. Белова [6], Л.Т. Дворникова и ряда других. Из зарубежных исследователей, внесших значительный вклад в изучение процессов формирования волн деформаций в упругих волноводах, следует отметить А.Е. Сирса, Ф.К. Арндта, Г. Фишера, Г. Ферхарста, П.К. Датта.

Однако, несмотря на большой объем проведенных исследований к настоящему времени отсутствует теория формирования ударных импульсов, достаточно полно учитывающая все особенности процесса соударения тел.

**Постановка задачи.** Исходя из вышеизложенного сформулирована задача исследования - рассматривая протекающий во времени процесс соударения двух стержней различной длины, из которых короткий стержень (бойка) наносит продольный удар по неподвижному длинному стержню с закрепленным концом (волноводу) разработать математическую модель формирования ударного импульса при следующих исходных положениях: удар продольный, упругий; материал бойка и волновода однородный; в процессе удара длины деформированных участков бойка и стержня изменяются со скоростью распространения в них звука.

**Изложение материала и результаты.** Рассмотрим расчетную схему (рис.1) продольного соударения бойка 1 и стержня 2 (волновода) с закрепленным концом.

Примем обозначения  $l_1, l_2$  - соответственно длина бойка и стержня;  $A_1, A_2$  - соответственно площадь поперечного сечения бойка и стержня;  $\rho_1, \rho_2$  - соответственно плотность материала