

направляющих. Существует зона устойчивого положения ползуна, в которой обеспечивается точное перемещение верхней части инструмента по отношению к нижней, отсутствует перекося ползуна.

2. Зона устойчивого положения ползуна смещена в направлении вращения главного вала, поэтому при проектировании технологической оснастки необходимо обеспечивать соответствующее смещение равнодействующей технологического усилия.

3. Установлены зависимости для определения положения ползуна перед началом технологического нагружения в зависимости от положения центра тяжести ползуна и расположения крепления уравнивателя.

4. Для обеспечения наибольшей устойчивости ползуна наладку штампов необходимо производить в положении, близком к тому, которое занимает ползун в период рабочего нагружения.

**Список литературы:** 1. *Гири И. И.* Диаграмма допускаемого внецентренного нагружения горизонтально-ковочной машины // Вестник машиностроения, 1957, № 7. С. 36-44. 2. *Кожевников В. Я.* Горизонтально-ковочные машины / *В. Я. Кожевников, И. Г. Ксенжук, И. И. Худяков.* — М.: Машгиз, 1960. — 240 с. 3. *Игнатов А. А.* Кривошипные горячештамповочные прессы / *А. А. Игнатов, Т. А. Игнатова.* — М.: Машиностроение, 1974. — 352 с. 4. Кривошипные кузнечно-прессовые машины / [*В. И. Власов, А. Я. Борзыкин, И. К. Букин-Батырев* и др.] Под ред. *В. И. Власова.* — М.: Машиностроение, 1982.— 424 с. 5. *Явтушенко А. В.* К расчету ползунов однокривошипных прессов с дополнительными направляющими // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. Володимира Даля №13 (184), частина 1. — Луганськ: Вид-во СНУ, 2012. — С.42-51.

*Надійшла до редколегії 20.11.2012*

УДК 621.73

**Силовые условия устойчивости ползуна кривошипного пресса с дополнительными направляющими / А. В. Явтушенко** // Вісник НТУ «ХП». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. — Х: НТУ «ХП», — 2012. - № 66 (972). — С. 3-10. — Бібліогр.: 5назв.

Приведений аналіз положень повзуна кривошипного преса з додатковими напрямними в період робочого ходу. Дано визначення зони стійкого положення повзуна. Вказані умови забезпечення стійкого положення повзуна по конструктивних параметрах і технологічних умовах.

**Ключові слова:** повзун, прес, напрямні, зусилля, положення

The analysis of positions of slide-block is resulted crankles press with the additional sending in the period of working stroke. Determination|definition| of area of steady position of slide-block is Given. The terms of providing of steady position slide-block are indicated on structural parameters and technological terms.

**Keywords:** slide-block, press, sending, effort, position

УДК 621.9.048

**И. А. ДУДНИКОВ**, проф., Полтавская государственная аграрная академия;  
**А. В. КАНИВЕЦ**, канд. техн. наук, Полтавская государственная аграрная академия;  
**А. А. КЕЛЕМЕШ**, ассис., соискатель, Полтавская государственная аграрная академия;  
**Г. И. СЕМЧУК**, магистрант, Полтавская государственная аграрная академия;

## **ВИБРАЦИОННЫЕ КОЛЕБАНИЯ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ**

Рассматриваются вопросы изменения свойств материала деталей при их обработке методом вибрационного и обычного деформирования деталей с целью разработки технологических процессов их восстановления.

**Ключевые слова:** вибрационные колебания, деформирование, технологический процесс, усилие обработки.

© **И. А. ДУДНИКОВ, А. В. КАНИВЕЦ, А. А. КЕЛЕМЕШ, Г. И. СЕМЧУК**, 2012

## **Введение**

Технологические процессы, использующие вибрационное воздействие, применяются в машиностроении, строительстве, горнодобывающей промышленности, в ремонтном и других отраслях производства. Использование низкочастотного спектра колебаний позволило разработать технологические процессы непосредственного их воздействия как на объект обработки, так и на обрабатываемые среды и инструменты.

Процессы вибрационной технологии связаны с такими явлениями, как удар, кавитация, многоконтактное взаимодействие обрабатываемых предметов, взаимодействие ударных волн с обрабатываемым материалом и др.

Вибрационная технология существенно отличается от традиционных методов обработки и позволяет создавать новые методы и технологические процессы, характеризующиеся более высокой интенсивностью и производительностью и качественными показателями.

## **Постановка проблемы**

Область использования вибрационных технологий в различных народнохозяйственных отраслях достаточно многогранна и имеет тенденцию к дальнейшему расширению. Их использование началось сравнительно недавно, в 60-е годы.

Разработка и применение новых технологических процессов в ремонтном производстве при восстановлении изношенных деталей, основанных на воздействии вибрационных колебаний на обрабатываемую поверхность деталей, позволит повысить их износостойкость. В этой связи особую актуальность приобретают вопросы разработки и внедрения новых технологических процессов (технологий), обеспечивающих экономичность процесса и высокое качество восстановленных деталей.

## **Анализ основных исследований и публикаций**

В технологии машиностроения и приборостроения вибрационные колебания используются в отделочно-записной и отделочно-упрочняющей обработке, при мойке и сушке, транспортировании, в усталостных испытаниях материалов и др. Схема совмещения процессов вибрационной обработки и транспортирования по производительности является по сути роторной обработкой.

В металлургическом и литейном производстве – это заливка расплавленного металла в вибрирующие формы, регенерация формовочных материалов.

Большой диапазон применения вибрационных технологий в сфере машиностроительных отраслей: сельскохозяйственное производство, пищевая и мясомолочная промышленность, экология, медицина, горнодобывающая промышленность и др.

В условиях сельскохозяйственного производства процессы вибрационной обработки находят применение при очистке и мойке корнеплодов и фруктов, сепарации, помеле зерновых и масличных культур и др.

В экологии вибрации и соответствующие устройства находят применение при очистке сточных вод, аэрации и т.д.

Касаясь перспектив использования колебаний различного спектра в технологических целях, следует отметить, что в ближайшие годы интерес к этой проблеме со стороны специалистов различных отраслей будет возрастать [1]. Основные предпосылки к этому: интенсификация существующих технологических процессов и методов воздействия на предмет и среду; разработка новых способов обработки материалов и сред; снижение энергозатрат и улучшение качества обработки.

Представляет интерес проведение исследований по разработке новых технологий восстановления и упрочнения деталей сельскохозяйственной техники: дисков сошников

зерновых сеялок, рабочих органов почвообрабатывающих машин (лапы культиваторов, плужные лемехи), дисков копачей свеклоуборочных машин и др. Эти исследования, в свою очередь, помогут раскрыть новые возможности эффективного использования колебаний в технологических процессах обработки.

### **Результаты исследований**

Под воздействием вибраций в телах распространяются волны деформаций, при воздействии которых, прилегающий к вибрирующему органу слой получает от него силовые импульсы. Импульсы передаются следующим частицам и слоям. Вследствие инерционности, наличия сил трения и необратимых (остаточных) деформаций (пластическая деформация материала деталей) импульсы по мере передачи их от слоя к слою постепенно затухают. Степень затухания зависит от свойств обрабатываемого материала, режимов обработки (частота, амплитуда обрабатывающего инструмента, его скорость движения). Энергия колебательного движения рабочего органа (обрабатывающего инструмента) затрачивается на восполнение потерь при необратимых деформациях.

По нашему мнению, основой вибрационного упрочнения является динамический характер процесса обработки, сопровождающийся множеством микроударов обрабатывающего органа по обрабатываемой поверхности деталей. Происходит пластическое деформирование поверхностного слоя, в результате чего образуются сжимающие остаточные напряжения, повышается микротвёрдость, снижается шероховатость обрабатываемой поверхности.

Пластическая деформация с точки зрения дислокационной теории является не только результатом перемещения под нагрузкой дефектов кристаллической решётки обрабатываемого материала, но и способом изменения его формы и свойств.

Основным механизмом пластической деформации является скольжение, т.е. сдвиг по плоскостям максимальных касательных напряжений. На пластичность оказывает влияние целый ряд факторов: состав и структура обрабатываемого материала, скорость деформирования и температура, размеры обрабатываемой детали и используемая схема деформации.

При вибрационном деформировании в результате нагружения пульсирующей нагрузкой происходит дробление зёрен обрабатываемого материала и обеспечивается их ориентированность по отношению направления приложенного усилия. В этих зёрнах создаются условия для пластической деформации скольжения, так как касательные напряжения достигают наибольшего значения.

Пластичность определяется не только характером расположения линий скольжения, но и наличием мест с ослабленными связями, обусловленными несовершенством кристаллической решётки, т.е. дислокациями. При перемещении дислокации вызывают смещение всех атомов вдоль плоскостей скольжения, увеличивая тем самым величину деформации.

Особенности в развитии линий скольжения при вибрационном деформировании состоят не только в снижении сил контактного трения, но и в изменении поведения дислокаций в результате специфического воздействия.

Различные дефекты строения кристалла (искажение решётки, включения) создают препятствия перемещению дислокаций. Скопление дислокаций затрудняет зарождение новых дислокаций. При вибрационном деформировании в результате раздробления зёрен (формирование блоков зёрен) протяжённость их границ увеличивается и тем самым возникает больше зон скопления дислокаций. Этим можно объяснить механизм упрочнения при вибрационном деформировании.

При обработке давлением (технологическая операция осадки) происходит

уменьшение высоты  $h$  образца с одновременным увеличением его остальных размеров.

Перемещение обрабатывающего инструмента со скоростью  $v$  может быть описано уравнением:

$$\Delta = \delta(Pcm + P), \quad (1)$$

где  $\delta$  – податливость материала образца в ударном сечении  $S$ , определяемая уравнением [2]:

$$\delta = \frac{h}{E \cdot S}, \quad (2)$$

где  $E$  – модуль упругости первого рода.

Сила инерции  $P$  может быть определена:

$$P = -m \cdot \ddot{\Delta}, \quad (3)$$

где  $\ddot{\Delta}$  – ускорение ударного сечения.

С учётом уравнения (3) выражение (1) примет вид:

$$\Delta = \delta(Pcm - m \cdot \ddot{\Delta}). \quad (4)$$

После соответствующих преобразований получаем:

$$\ddot{\Delta} + \frac{1}{\delta \cdot m}(\Delta - \delta \cdot Pcm) = 0. \quad (5)$$

Введя переменную  $u = (\Delta - \delta \cdot Pcm)$ , находим:

$$\Delta = u + \delta \cdot Pcm. \quad (6)$$

Дифференцируя по  $t$ , имеем:

$$\dot{u} = \dot{\Delta}; \quad \ddot{u} = \ddot{\Delta}. \quad (7)$$

После совместного решения уравнений (5), (6) и (7) получаем:

$$\ddot{u} + n^2 \cdot u = 0, \quad (8)$$

где  $n$  – частота колебаний обрабатывающего инструмента:

$$n = \sqrt{\frac{1}{\delta \cdot m}}. \quad (9)$$

Уравнение (8) является однородным дифференциальным уравнением 2-го порядка, решением которого является:

$$u = C_1 \cdot \cos(n \cdot t) + C_2 \cdot \sin(n \cdot t), \quad (10)$$

где  $C_1$  и  $C_2$  – постоянные интегрирования, определяемые из начальных условий;  $t$  – время обработки.

Дифференцируя уравнение (10) по  $t$ , получим:

$$\dot{u} = -n \cdot C_1 \cdot \sin(n \cdot t) + n \cdot C_2 \cdot \cos(n \cdot t). \quad (11)$$

В начальный момент времени при  $t = 0$ , имеем:

$$C_1 = \delta \cdot Pcm, \quad (12)$$

$$C_2 = \frac{v}{n}. \quad (13)$$

После подстановки значений  $C_1$  и  $C_2$  в уравнения (10) и (11) находим:

$$u = -\delta \cdot Pcm \cdot \cos(n \cdot t) + \frac{v}{n} \cdot \sin(n \cdot t), \quad (14)$$

$$\dot{u} = -n \cdot \delta \cdot Pcm \cdot \sin(n \cdot t) + v \cdot \cos(n \cdot t). \quad (15)$$

С учётом, что  $u = (\Delta - \delta \cdot Pcm)$  и  $\dot{u} = \dot{\Delta}$ , получаем выражения для определения перемещения и скорости ударного сечения:

$$\Delta = \delta \cdot Pcm \cdot [1 - \cos(n \cdot t)] + \frac{v}{n} \cdot \sin(n \cdot t), \quad (16)$$

$$\dot{\Delta} = -n \cdot \delta \cdot P_{cm} \cdot \sin(n \cdot t) + v \cdot \cos(n \cdot t). \quad (17)$$

Значение силы  $P_d$  в ударном сечении может быть определено отношением перемещения ударного сечения  $\Delta$  к величине  $\delta$ :

$$P\delta = P_{cm} \cdot [1 - \cos(n \cdot t)] + \frac{v \cdot E \cdot S}{h \cdot n} \cdot \sin(n \cdot t). \quad (18)$$

Поскольку  $\frac{v}{n} = A$ , то уравнение (18) примет вид:

$$P\delta = P_{cm} \cdot [1 - \cos(n \cdot t)] + \frac{A \cdot E \cdot S}{h} \cdot \sin(n \cdot t), \quad (19)$$

где  $A$  – амплитуда обрабатывающего инструмента.

Разделив уравнение (19) на площадь контакта  $S$ , получаем значение динамических напряжений:

$$\sigma_\delta = \sigma_{cm} \cdot [1 - \cos(n \cdot t)] + \frac{A \cdot E}{h} \cdot \sin(n \cdot t). \quad (20)$$

### Выводы

Проведенными исследованиями установлено, что при вибрационном упрочнении по сравнению с обычной обработкой поверхности требуется в 2,5 раза меньше усилия для получения одинакового значения величины деформации.

**Список литературы:** 1. *Бабичев А. П.* Основы вибрационной технологии / *А. П. Бабичев, И. А. Бабичев.* – Ростов н/Д : Издательский центр ДГТУ, 2008. – 694 с. 2. *Манжосов В. К.* Модели продольного удара / *В. К. Манжосов.* – Ульяновск: УлГТУ, 2006. – 160 с.

*Надійшла до редколегії 20.11.2012*

УДК 621.9.048

**Вибрационные колебания в технологических процессах / И.А. Дудников, А.В. Канивец, А.А. Келемеш, Г.И. Семчук // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2012. - № 66 (972). – С. 10-14. – Бібліогр.: 2 назв.**

Розглядаються питання зміни властивостей матеріалу деталей при їх обробці методом вібраційного і звичайного деформування деталей з метою розробки технологічних процесів їх відновлення.

**Ключові слова:** вібраційні коливання, деформування, технологічний процес, зусилля обробки.

The problems of changing the properties of the parts as they are processed by conventional vibration and deformation of parts to develop a process of recovery.

**Keywords:** vibrating vibration, deformation, process, processing effort.

УДК 637.5.002.5

**С. А. ГРИНЬ**, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПІ»;

**О. Н. ФИЛЕНКО**, канд. техн. наук, ассистент, НТУ «ХПІ»;

**А. А. ТЕЛЮК**, студент, НТУ «ХПІ»

### УЛУЧШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КУТТЕРОВ ПУТЕМ СОЗДАНИЯ НОВОЙ КОНСТРУКЦИИ НОЖЕЙ

В статье представлены результаты экспериментальных исследований эксплуатационных характеристик ножей куттера. Также приведена новая конструкция ножа, позволяющая повысить рабочие характеристики куттера и ремонтпригодность изделия.

**Ключевые слова:** ножи куттера, повышение износостойкости, фарш, измельчение, резанье.

© С.А. ГРИНЬ, О.М. ФИЛЕНКО, А.А. ТЕЛЮК, 2012