

УДК621.87

ОБОСНОВАНИЕ СПОСОБА СНИЖЕНИЯ ЭНЕРГОЕМКОСТИ ПРОЦЕССА КОПАНИЯ ГРУНТА ДРАГЛАЙНОМ

В.Г. Крупко, доцент, к.т.н., П.В. Алешичев, ст. преп.,
Донбасская государственная машиностроительная академия, г. Краматорск

Аннотация. Приведен и обоснован способ копания грунтов драглайном с комбинированным приводом на основе волновой цепной передачи, который обеспечивает снижение энергоемкости процесса.

Ключевые слова: драглайн, процесс копания, волновая передача, комбинированный привод, энергоемкость.

ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБУ ЗНИЖЕННЯ ЕНЕРГОЄМНОСТІ ПРОЦЕСУ КОПАНИЯ ГРУНТУ ДРАГЛАЙНОМ

В.Г. Крупко, доцент, к.т.н., П.В. Альошичев, ст. викладач,
Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ

Анотація. Наведено і обґрунтовано спосіб копання ґрунтів драглайном з комбінованим приводом на основі хвильової ланцюгової передачі, який забезпечує зниження енергоємності процесу.

Ключові слова: драглайн, процес копання, хвильова передача, комбінований привод, енергоємність.

JUSTIFICATION OF ENERGY CONSUMPTION DECREASE METHOD OF SOIL DIGGING PROCESS BY DRAGLINES

V. Krupko, Associate Professor, Candidate of Engineering Science,
P. Aleshichev, Senior Lecturer, Donbass State Engineering Academy,
Kramatorsk,

Abstract. The method of soil digging by dragline with combined drive application on the basis of wave transmission chain, which reduces power consumption of the digged process is presented and justified.

Key words: dragline, the process of digging, wave transmission, combo drive, energy.

Введение

Генеральным направлением развития горнодобывающей промышленности Украины является опережающий рост прогрессивных открытых разработок, поэтому перед учеными и инженерами, работающими в данной области, возникают следующие проблемы: создание теории разрушения рабочих сред в различных условиях с учетом энергии, скорости, времени их разрушения; поиски новых физических эффектов процесса разрушения и эффективных способов воздействия на рабочие среды; разработка способов ин-

тенсификации рабочих процессов большого количества эксплуатируемых машин [1].

Анализ публикаций

В источниках, посвященных динамическому разрушению грунтов [1–3], приведены схемы для вибрационного, ударного, высокоскоростного разрушения грунтов, основы расчетов. Модели драглайнов с комбинированными приводами на основе волновой цепной передачи с обоснованием снижения энергоемкости процесса разрушения грунтов ранее не рассматривались.

Цель и постановка задачи

Целью данной работы является обоснование способа снижения энергоемкости процесса копания. Решается также задача физического моделирования стенда для исследования влияния волновой цепной передачи комбинированного привода тяги драглайна на энергоемкость процесса копания.

Изложение материала и результаты

Как синтез при интенсификации работ горных машин выступает создание на их базе трансформированного, адаптированного рабочего оборудования и разработка принципиально новых методов воздействия на грунт с совершенствованием рабочего процесса [1–4].

Совершенствование рабочего процесса, повышение производительности машин во многом является следствием увеличения энергии воздействия на среду. Однако сейчас при небольших скоростях взаимодействия рабочего органа и среды дальнейшее увеличение вышеупомянутой энергии невозможно. Поэтому в настоящее время создается класс машин, позволяющий находить пути увеличения энергетического воздействия на среду рабочими органами с относительно небольшой массой, но со специальным высокоэффективным приводом. Создание таких машин открывает новые направления в области строительного, дорожного, горного машиностроения. Машины со специальными рабочими органами получают все большее распространение в связи с возможностью создания, при прочих равных со «статическими» машинами параметрами, больших, разрушающих грунты нагрузок и рабочих скоростей, также с возможностью увеличения единичной полезной мощности машин без роста размеров самих машин и общей установленной мощности двигателей.

Виды рабочих органов под общим названием «динамические» [1] принципиально отличаются как по кинематическим особенностям, так и по принципу взаимодействия с разрабатываемым грунтом от традиционных («статических») рабочих органов.

Увеличение скоростей рабочих органов машин, воздействующих на различные грунты, в особенности прочные, приводит к условиям динамического разрушения: все большее

проявление хрупких свойств грунта; ударный характер протекания процесса, возникновение и распространение впереди рабочего органа волн напряжений и деформаций, изменение свойств грунта в зависимости от условий нагружения, появление ослабленных зон в массиве грунта вследствие прохождения ударного импульса. Наилучшие условия динамического разрушения возникают при установке непосредственно в приводе или на рабочем органе источника энергии, позволяющего получить динамические нагрузки, разрушающие грунт. Это дает возможность более эффективно использовать установленную на машинах мощность двигателей, повысить полезную единичную мощность машин и энергию воздействия на грунт, уменьшая при этом энергоемкость процесса, значительно повысить общий КПД.

Основой подобного рода источника энергии является волновая цепная передача, включенная в комбинированный привод механизма тяги драглайна.

Волновая цепная передача обеспечивает дискретность (дополнительные импульсы, освобождающие накопленную потенциальную энергию) движения. Она состоит из корпуса 1 (рис. 1), неподвижной звездочки 2, водила 4 с катками 3, цепи 5 и приводного вала 6. Таким образом, ковш получает перемещение от двух барабанов механизма тяги одновременно. Более подробно кинематика волновой передачи рассматривалась авторами ранее [5, 6].

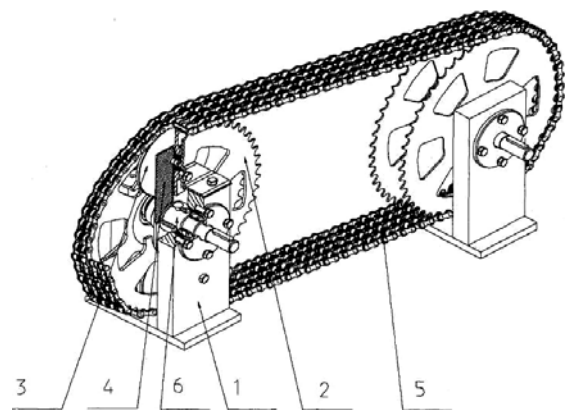


Рис. 1. Волновая цепная передача: 1 – корпус; 2 – неподвижная звёздочка; 3 – катки; 4 – водило; 5 – цепь; 6 – приводной вал

Разработка конструкции экспериментальной установки, с целью наибольшего приближе-

ния условий работы модели привода тяги драглайна с волновой цепной передачей к натурной машине, была выполнена с учетом теорий, изложенных в источниках [1–4], а также теоретических исследований, проведенных авторами ранее [5].

Машиной-прототипом был выбран экскаватор шагающий ЭШ 10/70 производства ПАТ «НКМЗ». По определенным коэффициентам уменьшения размеров рабочего оборудования (наиболее точным выбран масштаб $k_l = 14$ [1]) была изготовлена экспериментальная установка, которая состоит из грунтового канала размерами $3500 \times 350 \times 220$ мм, заполненного на 1750 мм песком мелкой фракции и на 1750 мм глиной. Пласт насыпного грунта составлял 250 мм. Число ударов плотномера – 3. Ковш драглайна $V = 0,01 \text{ м}^3$, проведенный через полиспагт кратностью $m=2$ от двух электродвигателей легкой серии АОЛ 2-11-1 мощностью $N = 0,18 \text{ кВт}$ через червячный редуктор с передаточным отношением $i = 63$ одного привода и волновой цепной передачей другого привода комбинированной пары; канат наматывался на барабаны $D_{1,2} = 100$ мм. Общий вид схемы экспериментального стенда показан на рис. 2.

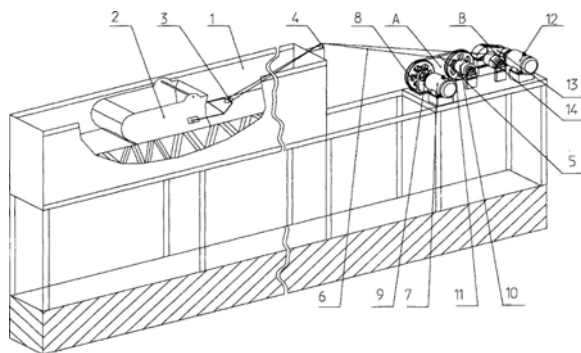


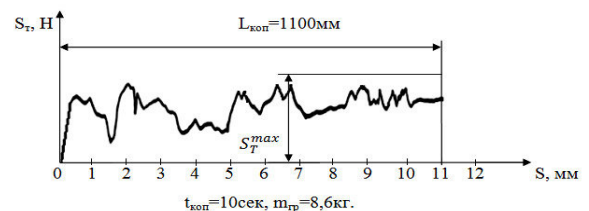
Рис. 2. Схема стенда для исследования процесса разрушения грунта с поводом на основе цепной волновой передачи: 1 – грунтовой канал; 2 – ковш; 3, 4 – блоки; 5 – цепь; 6 – тяговый канат; А – волновой цепной привод; 7 – электродвигатель; 8 – волновая цепная передача; 9 – редуктор; 10 – барабан; 11 – подвижная звездочка; В – классический привод; 12 – электродвигатель; 13 – редуктор; 14 – барабан

В грунтовом канале 1 ковш 2 перемещается при помощи тягового каната 6, проходящего через блоки 3 и 4 и закрепленного на двух

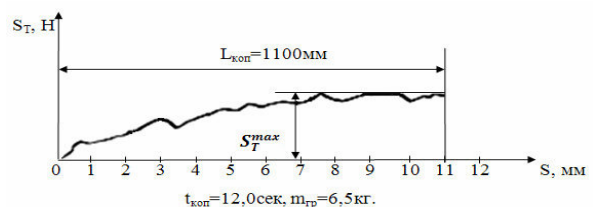
лебёдках: А – с цепным волновым приводом, В – с классическим приводом. Привод «А» состоит из электродвигателя 7, цилиндрического редуктора 9, от которого через зубчатую муфту крутящий момент передается на волновую цепную передачу 8 (рис. 1), а потом на барабан 10, через трехрядную цепь 5 и подвижную звездочку 11.

Таким образом, ковш перемещается благодаря работе двух приводов одновременно, один из которых придает движению пульсационность, обеспечивая дополнительное влияние на разрабатываемый грунт, уменьшает силы, необходимые на преодоление сопротивления грунта, контролирует процесс «наростообразования», а также снижает энергоёмкость процесса, за счет кратковременного увеличения скорости резания [5].

Согласно составленной матрице планирования в кодовом масштабе были проведены серии экспериментов в лаборатории кафедры ПТМ ДГМА. Для увеличения точности измеряемой величины каждая серия опытов была проведена 3 раза. Ковш проходил рабочий участок длиной $l=1100$ мм. Показания усилий в тяговом канате снимались при помощи тензоэлектрической измерительной аппаратуры и фиксировались при помощи осциллограмм, приведенных ниже.



а



б

Рис. 3. Осциллограмма движения ковша: а – с зубьями, нижним положением точки крепления упряжи при комбинированном типе привода; б – с зубьями, нижним положением точки крепления упряжи при стандартном приводе (без включения волновой цепной передачи)

Как видно из полученных осциллограмм для *n*-ой серии опытов, при использовании комбинированного типа привода возрастает масса зачерпываемого грунта и уменьшается время копания (при прочих равных условиях).

Графическим методом интегрирования (методом трапеций) зависимостей усилий в канатах от перемещения ковша при черпании, полученных при расшифровке осциллограммы, определили работу и энергоёмкость процесса копания для всей серии опытов на данном экспериментальном стенде. Для графического отображения результатов исследований ниже приведены диаграммы для одной из выборочных серий опытов по зависимости энергоёмкости процесса копания от типа привода (рис. 4).



Рис. 4. Диаграмма зависимости энергоёмкости процесса копания от типа привода

Таким образом, из построенных диаграмм видно, что использование комбинированного типа привода на основе волновой цепной передачи позволяет снизить энергоёмкость процесса копания в среднем на 15 %.

Погрешность измерений при проведении всех серий запланированных экспериментов не превышает 7 %.

Выводы

Полученные данные позволяют определить оптимальные параметры волновой цепной передачи для привода тяги драглайна, обосновать способ снижения энергоёмкости процесса копания за счет использования комбинированного привода. Применение механизмов с приводом на основе волновой цепной передачи открывает широкие перспективы в направлении интенсификации

землеройных работ, снижения энергоёмкости рабочих процессов землеройных машин.

Перспективным является проведение исследований при работе привода на основе волновой цепной передачи с машинами и механизмами различных отраслей машиностроения.

Стенд, который описан выше, в довольно широком спектре позволяет проводить ряд научных исследований относительно влияния различных параметров приводов землеройных, строительных, дорожных машин и их рабочего оборудования на процесс статического и динамического разрушения грунтов.

Литература

1. Баловнев В.И. Методы физического моделирования рабочих процессов дорожно-строительных машин / В.И. Баловнев. – М.: Машиностроение, 1974. – 232 с.
2. Баладинский В.Л. Механика динамического разрушения грунтов / В.Л. Баладинский, Ю.Д. Абрашкевич. – К.: Техника строительства, 1999. – 160 с.
3. Зеленин А.Н. Лабораторный практикум по резанию грунтов / А.Н. Зеленин, Г.Н. Карасев, Л.В. Красильников. – М.: Высшая школа, 1969. – 312 с.
4. Туча Л.А. Многофакторные исследования рабочего процесса ковша экскаватора с гидрокерованною челюстью: научные работы ПДАБА / Л.А. Туча, В.И. Курочка. – 2005. – №99. – С. 80–85.
5. Крупко В.Г. Построение математической модели привода тяги драглайна с динамическим воздействием ковша на грунт: научные работы Доннгу / В.Г. Крупко, П.В. Алешичев. – 2005. – №99. – С. 148–151.
6. Пат. 68716А Украина, МПК (2006) F16 G13/00. Волновой цепной редуктор: Дорохов Н.Ю., Крупко В.Г.; заяв. Дорохов Н.Ю., Крупко В.Г., патентообладатель ДонГМА. – №2003109006; заявл. 06.10.2003; опубл. 16.08.2004, Бюл. № 8.

Рецензент: Е.С. Венцель, профессор, д.т.н. ХНАДУ.

Статья поступила в редакцию 29 октября 2012 г.