

УДК 621.87

## ПРИМЕНЕНИЕ ВОЛНОВОГО ЦЕПНОГО ПРИВОДА В ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ ОРГАНАХ ЗЕМЛЕРОЙНЫХ МАШИН С ЦЕЛЮ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОЦЕССА КОПАНИЯ

Крупко В.Г., канд.тех.наук., доцент, Дорохов Н.Ю.,  
ст. преподаватель, Алешичев П.В., аспирант

Донбасская государственная машиностроительная академия

*Приведено описание конструкции принципиально нового напорного механизма землеройной машины, а также цель и преимущества применения волнового цепного привода.*

*There are descriptions of principally new constructions of earthmoving machine's breakdown mechanism, aim and advantages of wave chain drive's application too.*

Рост объемов земляных работ практически во всех странах мира требует создания высокопроизводительной мобильной скоростной землеройной техники: машин, оборудования, инструментов, рабочих органов.

Интенсификация земляных работ базируется на создании систем машин как большой единичной мощности и энергоемкости, так и на создании минимашин, позволяющей добиться наибольшей удельной производительности.

Важным направлением интенсификации работы карьерных экскаваторов является создание на их базе многофункционального рабочего оборудования, трансформации и адаптации рабочих органов.

Как отдельное направление выделяется совершенствование рабочего процесса и разработка принципиально новых методов воздействия на грунт.

Создание машин с динамическими рабочими органами требует изучения процессов механики разрушения грунтов и одним из явлений, существенно влияющим на процесс резания грунтов является наростообразование [1], которое называют также «уплотненным ядром» [2], рисунок 1. Процесс наростообразования или в связи с терминологией резания металлов «грунтовой нарост» проявляется в формировании на поверхности рабочей зоны ножа землеройной машины тела из уплотненного грунта при резании. Это явление существенно снижает эффективность технологического процесса, поскольку

резание осуществляется уже непосредственно грунтовым наростом. Разрушение и возобновление грунтового нароста на ноже при некоторых условиях контролируемы. Возможно как частичное решение данной проблемы применение дискретного движения рабочего органа, что позволит если не контролировать процесс наростообразования, то уменьшить время цикла «разрушение-возобновление», представляющего собой в общем случае циклоиду, изменяющуюся по времени, грунтового нароста с меньшим объемом и плотностью последнего.

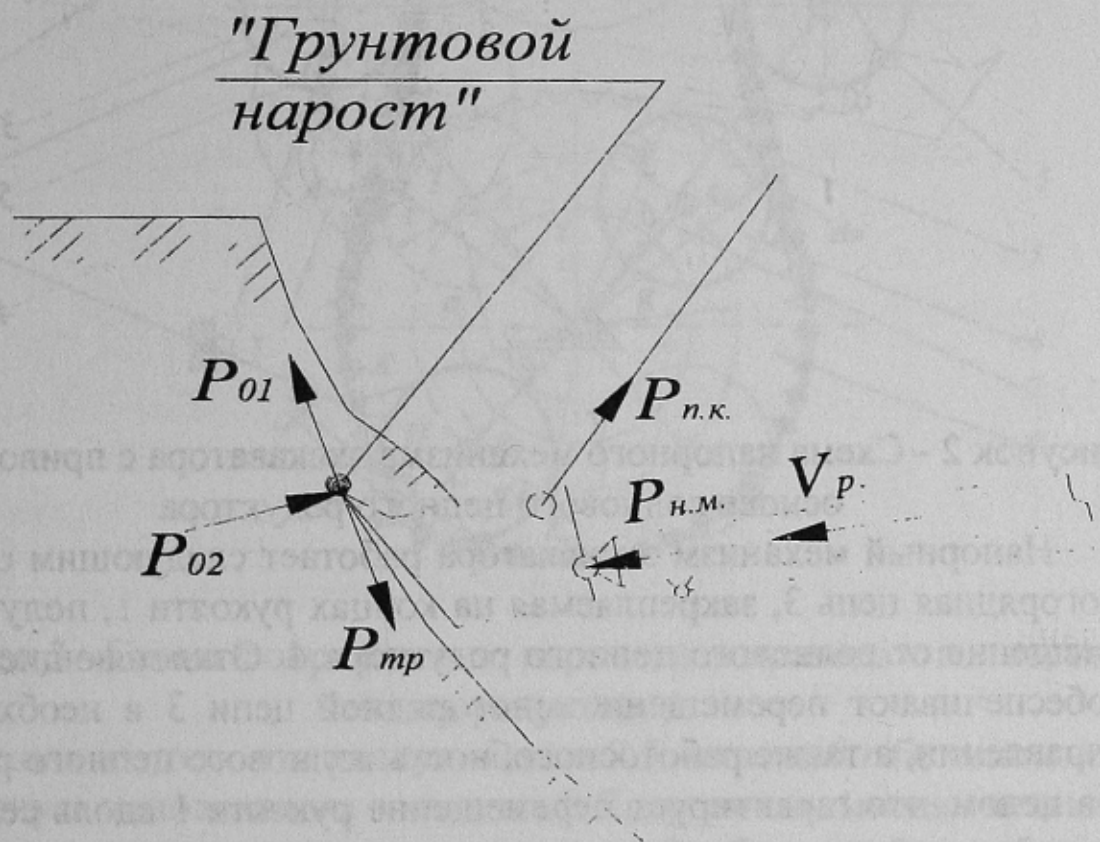


Рисунок 1 – Процесс наростообразования

Механизмом, который позволит обеспечить дискретное движение рабочего органа является самотормозящийся механизмы с передачей движения за счет гибкой связи (волновая цепная передача), более детально принцип действия, которого поясняется далее на примере напорного механизма экскаватора, состоящего из рукояти 1, установленной в седловом подшипнике 2, перемещение которой осуществляется многорядной цепью 3 волнового цепного редуктора 4 [3,4] через отклоняющие ролики 5 (рисунок 2).

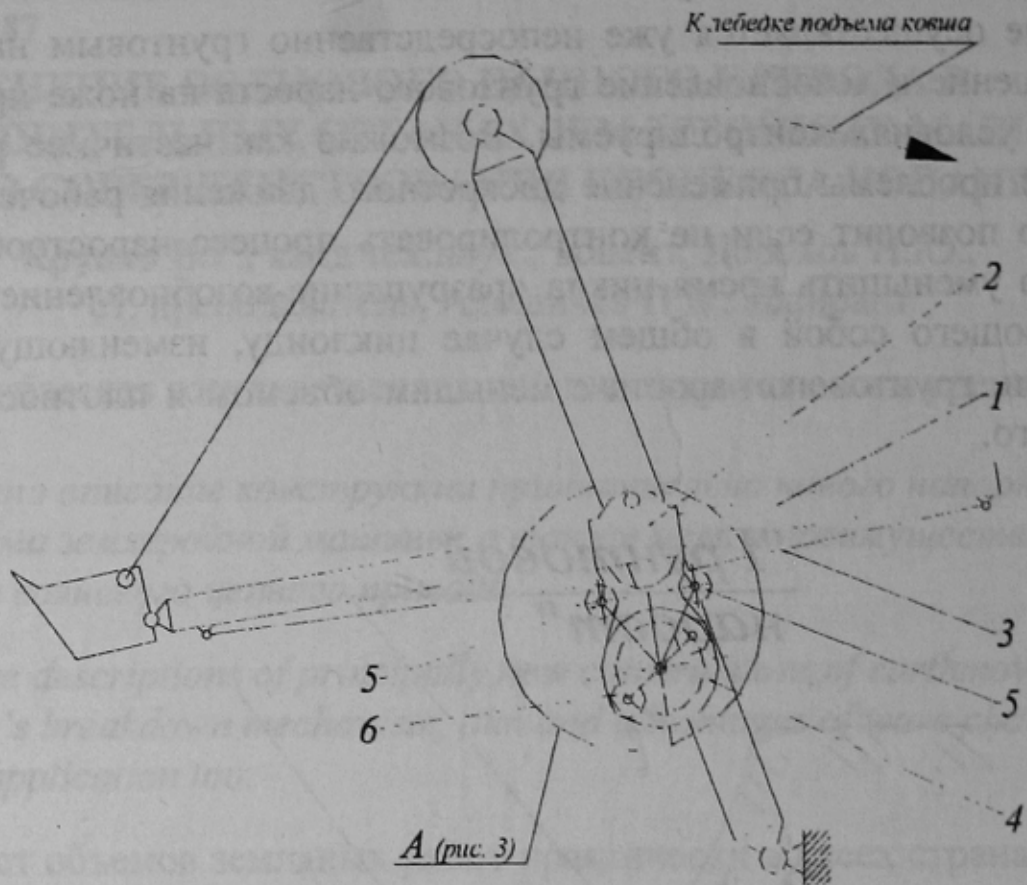


Рисунок 2 - Схема напорного механизма экскаватора с приводом на основе волнового цепного редуктора

Напорный механизм экскаватора работает следующим образом: многорядная цепь 3, закрепляемая на концах рукояти 1, получает перемещение от волнового цепного редуктора 4. Отклоняющие ролики 5 обеспечивают перемещение многорядной цепи 3 в необходимом направлении, а также работоспособность волнового цепного редуктора в целом, что гарантирует перемещение рукояти 1 вдоль седлового подшипника 2.

Непосредственное сцепление многорядной цепи 4 с неподвижными звездочками волнового цепного редуктора 3 является гарантией от самопроизвольного перемещения многорядной цепи, а, следовательно, самопроизвольного перемещения рукояти 1 и с ковшом, что, в целом, существенно повышает надежность работы всего напорного механизма.

Закрепление многорядной цепи 4 непосредственно на рукояти 1 напорного механизма дает возможность исключить из конструкции зубчатую пару „шестерня-рейка”, что значительно упрощает конструкцию не только напорного механизма, но и экскаватора в целом, уменьшает возможность аварийных простоев и затраты на ремонт оборудования.

Катки 6 водила 7 при вращении обкатываются по внутренней поверхности многорядной цепи 3, которая находится в непосредственном контакте с неподвижными звездочками 8 (рисунок 3).

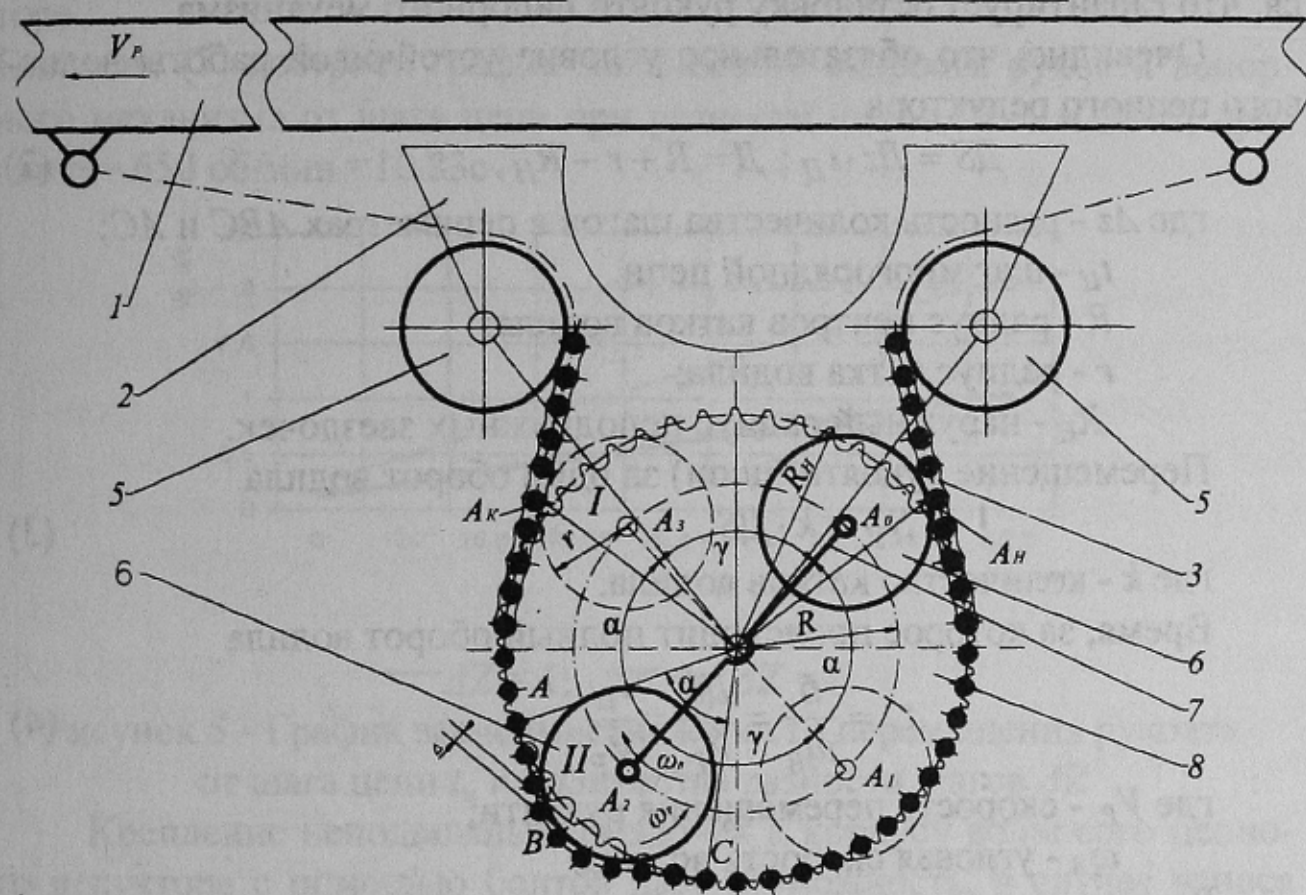


Рисунок 3 - Схема к определению параметров привода с волновым цепным редуктором

Исходя из того, что радиус водила 7  $R$  и катка 6  $r$  больше внешнего радиуса неподвижных звездочек 8  $R_H$ , ролик 6 выводит часть цепи 3 в точке  $A_H$  из контакта со звездочками 8, образуя, таким образом, на цепи гофр  $ABC$ , который перемещается вместе с водилом до завершения контакта катка с цепью в точке  $A_K$ . Начало контакта катка с цепью в точке  $A_H$  обеспечивает уменьшение длины цепи между отклоняющим роликом и точкой закрепления на конце рукояти, а окончание контакта дает увеличение длины цепи в передней части рукояти, что в итоге приводит к перемещению рукояти в рабочем никле экскаватора.

Таким образом, перемещение многорядной цепи осуществляется только в зоне контакта  $ABC$  и только на величину разности длин гофра цепи  $ABC$  и дуги  $AC$

$$\Delta S = ABC - AC \tag{1}$$

При отсутствии изменения положения катка относительно цепи (например, при остановке водила), последняя находится в постоянном зацеплении с зубьями неподвижных звездочек и не перемещается, что гарантирует остановку рукояти напорного механизма.

Очевидно, что обязательное условие устойчивой работы волнового цепного редуктора

$$\Delta S = \Delta z \cdot t_{\text{Ц}}; \Delta = R + r - R_H, \quad (2)$$

где  $\Delta z$  - разность количества шагов в периметрах  $ABC$  и  $AC$ ;

$t_{\text{Ц}}$  - шаг многорядной цепи.

$R$  - радиус центров катков водила;

$r$  - радиус катка водила;

$R_H$  - наружный радиус неподвижных звездочек.

Перемещение рукояти (цепи) за один оборот водила

$$S_{\text{У}} = k \cdot \Delta S, \quad (3)$$

где  $k$  - количество катков водила.

Время, за которое происходит полный оборот водила

$$t = \frac{b}{\omega_B} = \frac{\Delta S}{V_P} = \frac{t_{\text{Ц}}}{V_P}, \quad (4)$$

где  $V_P$  - скорость перемещения рукояти;

$\omega_B$  - угловая скорость водила.

Рукоять остается неподвижной при повороте водила на угол

$$z = p - b \quad (5)$$

Таким образом, время выстоя рукояти (рис. 4)

$$t_B = \frac{z}{\omega} \quad (6)$$

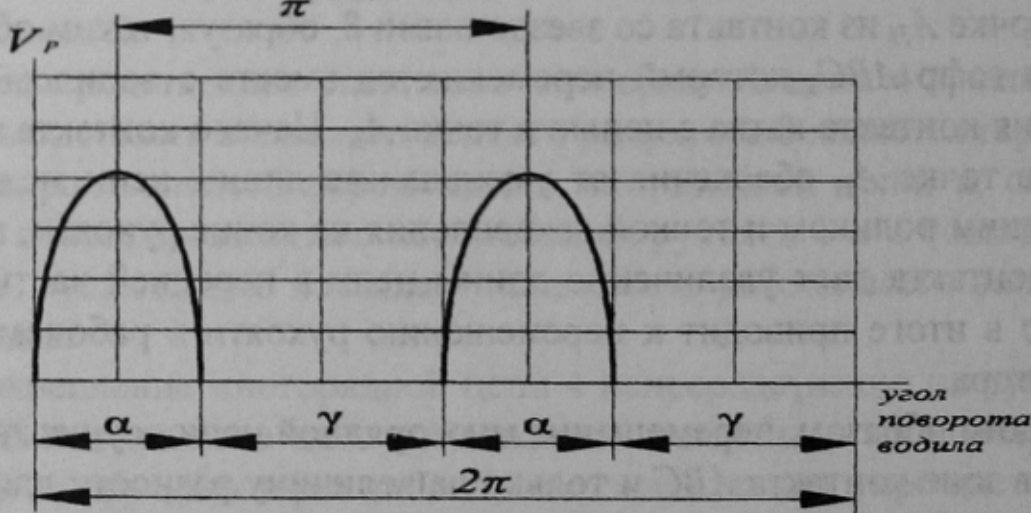


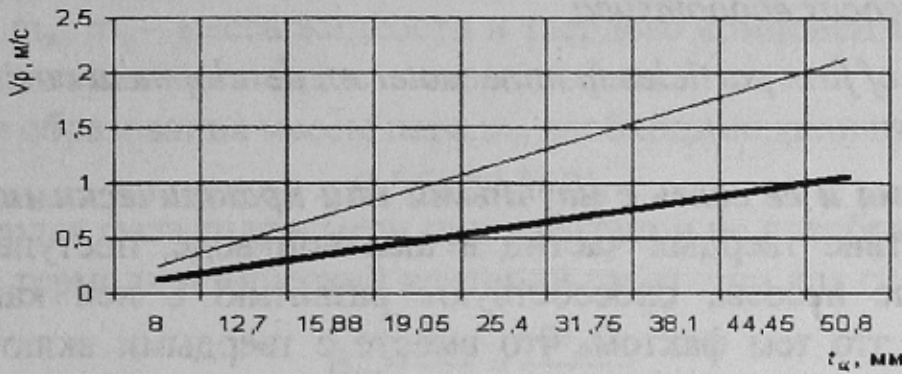
Рисунок 4 - График зависимости скорости рукояти от угла поворота водила

Скорость перемещения рукояти с учетом (2) и (3)

$$V_P = S_{\Sigma} \cdot n = k \cdot \Delta z \cdot t_{Ц} \cdot n, \quad (7)$$

где:  $n$  - число оборотов входного вала волнового цепного редуктора.

Согласно (7) построен график зависимости скорости рукояти напорного механизма от шага цепи при разности шагов  $\Delta z=1$  и  $\Delta z=2$ , приняв  $n = 650 \text{ об/мин} = 10,83 \text{ с}$



—  $\Delta Z = 1$ ; —  $\Delta Z = 2$

Рисунок 5 - График зависимости скорости перемещения рукояти от шага цепи  $t_{ц}$  и количества разности шагов  $\Delta Z$

Крепление неподвижных звездочек к корпусу волнового цепного редуктора с помощью болтов дает возможность, в случае износа зубьев в зоне контакта с многорядной цепью, переворачивать их не-сработавшей стороной, которая не была в контакте с цепью, тем самым, продлевая срок службы зацепления и привода в целом.

Таким образом, применение механизмов с приводом на основе волнового цепного редуктора открывает широкие перспективы в направлении интенсификации землеройных работ, усовершенствованию процесса копания, снижению энергоемкости процессов работы землеройных машин.

Список источников

1. Ветров Ю.А. Резание грунтов землеройными машинами. – М.: Машиностроение, 1971. – 360с.
2. Зеленин А.Н., Баловнев В.И., Керов И.П. Машины для землеройных работ. – М.: Машиностроение, 1975. – 422с.
3. Волновой цепной редуктор. Декларационный патент Украины на изобретение № 68716 А, Бюл. № 8 от 16.08.2004г.
4. Крупко В.Г., Алешичев П.В. Применение волновых цепных передач для приводов горных машин. Сборник научных трудов Национального горного университета №19 том 5, Днепропетровск, 2004. – 298с.