

Результаты измерений и расчетов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Объемный износ и относительная износостойкость плазменных покрытий из смеси оксидов алюминия и титана

| Содержание TiO <sub>2</sub><br>в покрытии | Объемный износ мм <sup>3</sup> /час |                     | Относительная износостойкость |                     |
|---|-------------------------------------|---------------------|-------------------------------|---------------------|
|   | $\alpha = 20^\circ$                 | $\alpha = 80^\circ$ | $\alpha = 20^\circ$           | $\alpha = 80^\circ$ |
| 2%  | 0,98                                | 1,51                | 0,40                          | 0,22                |
| 8%  | 0,86                                | 1,43                | 0,46                          | 0,23                |
| 14%                                       | 0,78                                | 1,29                | 0,50                          | 0,26                |
| 20%                                       | 0,94                                | 1,33                | 0,44                          | 0,25                |

### Вывод

Гидроабразивная износостойкость покрытий из механической смеси оксидов алюминия и титана невысока и в зависимости от условий воздействия абразивного потока составляет 0,4-0,5 при угле взаимодействия 20° и 0,22-0,26 при угле взаимодействия 80°. Этот факт определяется особенностями строения плазменного покрытия, а именно:

1. Высоким уровнем остаточных напряжений в материале покрытия.
2. Высокой хрупкостью керамического покрытия.
3. Наличием в покрытии большого числа пор, которые уменьшают прочность материала и служат концентраторами напряжений при разрушении.
4. Невысокой прочностью сцепления между частицами покрытия, так как взаимодействие между частицами покрытия вследствие скоротечности его формирования ограничивается только химическими связями.

Наибольшей износостойкостью в обоих рассматриваемых случаях (воздействие гидроабразивного потока под углами 20 и 80°) обладает покрытие состава 86% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и 14% TiO<sub>2</sub>. По-видимому, при таком соотношении компонентов формируемое покрытие характеризуется оптимальным соотношением наиболее важных для износостойкости свойств (твердость, пористость, когезионная прочность).

### Список цитированных источников

1. Газотермические покрытия из порошковых материалов (справочник) / Ю.С. Борисов, Ю.А. Харламов, С.Л. Сидоренко, Е.Н. Ардатовская. – К.: Наукова думка, 1987. – 544 с.

УДК 62.001.66

**Есавкин А.Э., Белобородов А.Н.**

**Научный руководитель: ст. преподаватель Есавкин В.И.**

## МАЛАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАБОТ

В настоящее время для выполнения работ на приусадебном участке выпускается большой ассортимент механизмов, механизированного инструмента для земляных работ (для вспашки, культивирования почвы, разработки грунта, прокладывания траншей, уборки снега).

Большинство этих механизмов имеют режущие рабочие органы (плужные, фрезерные), для которых характерны следующие недостатки: это необходимость использования мощных двигателей, так как половина мощности двигателя расходуется на самопередвижение, кроме того, мотоблоки имеют крайне недостаточную сцепную массу (в 5-6

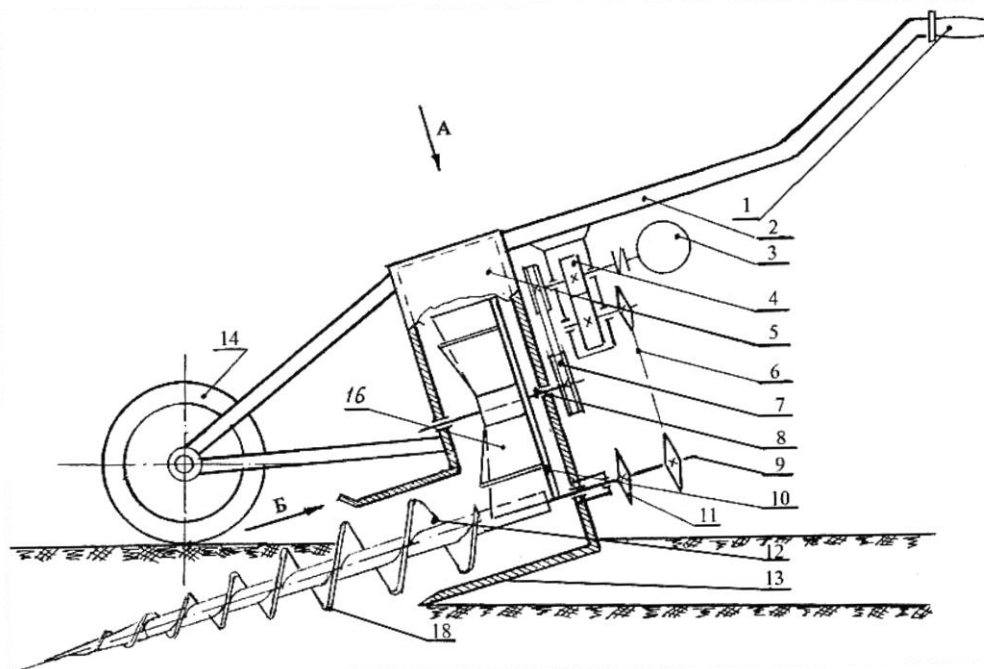
раз меньше минимально необходимой), поэтому они не могут создать достаточное тяговое усилие для вспашки, буксуют. Практика эксплуатации мотоблоков различных моделей подтверждает, что пахать можно только если сцепная масса не менее 600 кг (как у лошади). А она у всех колесных тракторов рассчитывается так, чтобы на метр ширины вспашной полосы приходилось не менее 4 т. Чтобы пахать конным плугом, поднимающим пласт сечением 20×20 см, масса мотоблока (трактора) должна быть не менее 800 кг.

Фрезерные рабочие органы хорошо обрабатывают почву, не имеющую густой растительности, но при высокой растительности, особенно пырея, фреза плохо рубит его, т.к. частота вращения фрезы небольшая, примерно 120 об./мин. Корневища пырея наматываются на нее, образуя своеобразное колесо, которое приходится часто очищать. Если на участке внесен свежий навоз, то ножи с трудом заглубляются и навоз также наматывается на фрезу.

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ** заключается в повышении надежности, долговечности, производительности средств малой механизации (СММ), обеспечении работы в стесненных условиях, а также в снижении их энергозатрат и трудозатрат.

**НАУЧНАЯ НОВИЗНА** заключается в теоретических и экспериментальных обоснованиях конструктивных разработок СММ. В работе рассмотрено два направления повышения эффективности СММ.

*Первое направление* – применение СММ, позволяющих разрабатывать и рыхлить грунт при помощи конических, конически-цилиндрических шнеков, как тяговых рабочих органов, частично разрыхляющих грунт или почву, и отбрасывающих (метателей), измельчающих растительность, грунт или снег. См. рисунок 1., где показан шнекороторный рыхлитель грунта.



- 1 – рукоятки управления; 2 – рама; 3 – силовая установка; 4 – редуктор; 5 – защитный корпус;  
 6 – передача тихоходного вала; 7 – передача быстроходного вала; 8 – быстроходный вал;  
 9 – тихоходные валы; 10 – отбрасывающий роторный рабочий орган; 11 – цепная передача привода второго шнекового рабочего органа; 12 – шнековый рабочий орган; 13 – подрезающий нож;  
 14 – опорные колеса; 15 – отвал грунта; 16 – радиально изогнутая лопасть; 17 – траншея;  
 18 – режущая кромка шнека

**Рисунок 1 – Шнекороторный рыхлитель грунта по патенту № 8474 [1]**

Работает устройство следующим образом. При соприкосновении с поверхностью грунта вращающиеся шнековые рабочие органы 12, подобно штопору, ввинчиваются в пласт грунта, разрезая его в радиальном направлении режущей кромкой 18, при этом обеспечивается поступательное перемещение рыхлителя относительно грунта и его транспортирование к отбрасывающему роторному рабочему органу 10, установленному на быстроходном валу 8 и далее в отвал (в левую или правую сторону), а подрезающий нож 13 по оси движения прокладывает траншею, по которой перемещается оператор, практически не уплотняя разрыхленный грунт.

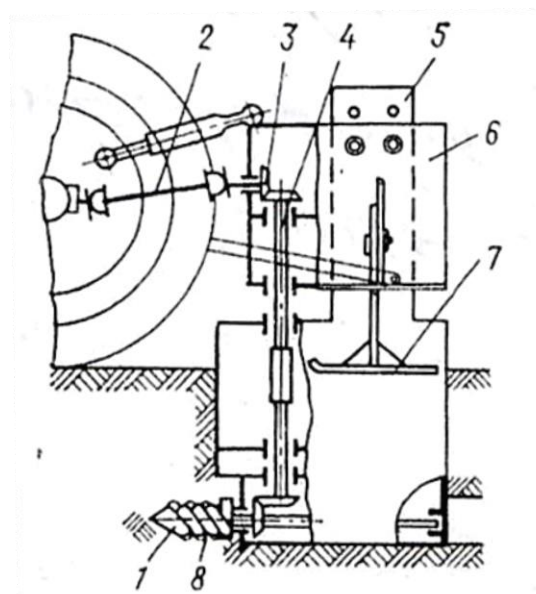
Применение устройства обеспечит тонкое измельчение растительности, снижение трудозатрат на очистку рабочих органов, на их изготовление, снижение металлоемкости, энергоемкости.

Совершая многократные проходы по одной полосе, рыхлитель позволяет вести разработку траншеи для инженерных коммуникаций при работе в стесненных условиях, что и расширяет его технические возможности.

Применение конически-цилиндрических рабочих органов в разработанных устройствах обеспечивает их передвижение и рыхление грунта. При этом создаются усилия, прижимающие эти устройства к грунту за счет наклонного расположения шнекового рабочего органа, что и позволяет снизить массу устройств и соответственно мощность используемых двигателей на них.

Возможность конического винта ввинчиваться в лед, мерзлый грунт проверена на практике в Саратовском политехническом институте (еще в 1987 г.). Учеными института разработаны переносные устройства и навесные на экскаватор с коническим шнеком, позволяющие разрыхлять мерзлый грунт без динамических нагрузок, работающие с большой производительностью. Переносные устройства обладают производительностью до 1 м<sup>3</sup> в час при мощности двигателя 0,9 кВт. Навесные на экскаваторе при диаметре винтов 10 см обладают производительностью до 15 м<sup>3</sup> в час, т.е. как и гидравлический молот, но и экономичнее примерно в 5 раз. При этом машина не испытывает динамических нагрузок, соответственно повышается ее надежность и долговечность [2].

Анализ средств механизации кротового дренажа еще раз подтверждает эффективное применение активных дрёнов в виде конически-цилиндрических винтов [3] (см. рисунок 2), где навесная кротодренажная машина с активным вращающимся дреном формирует кротовую дрину в грунте. Дренер 1 получает вращение от вала сбора мощности трактора через карданную передачу 2, две конические пары 3 и вертикальный телескопический вал 4. Снабжённый снаружи ребрами 8, дренер 1 при прокладке кротовины как бы ввинчивается в грунт, раздвигая и уплотняя его, благодаря чему тяговое усилие машины снижается.

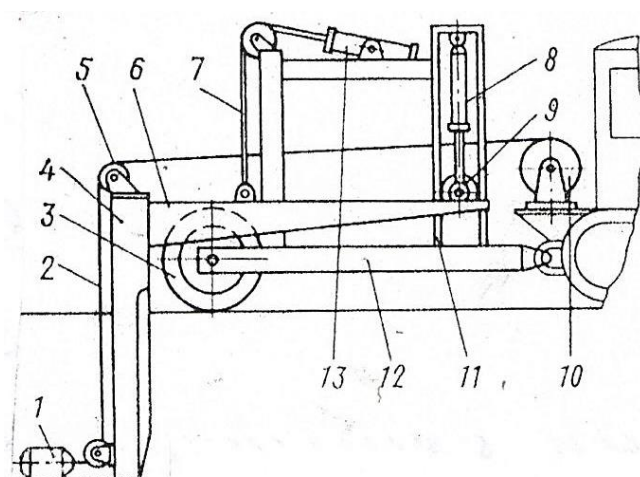


1 – дренер; 2 – карданная передача; 3 – коническая пара; 4 – телескопический вал;  
5 – кротовый нож; 6 – направляющая; 7 – лья; 8 – ребра дренера

**Рисунок 2 – Кротодренажная машина с активным вращающимся дренером**

Второе направление характерно тем, что сельскохозяйственные орудия, плуги, окучники и др. предлагается перемещать при помощи якорных лебедок, т.е. мотоблоки, культиваторы необходимо переоборудовать в лебедки.

Кротовые дрены за рубежом прокладывают на прямой тяге (сочлененный способ), а также расчлененным способом. Расчлененный способ также применяется для уменьшения тягового сопротивления и для уменьшения копирования микрорельефа грунта [3] (см. рисунок 3). При расчлененном способе вначале прорезают ножом 4 щель, оставляя в ней сматываемый с лебедки 10 трос 2 с дренером 1 на конце, а затем останавливают трактор и подтягивают дренер лебедкой.



1 – дренер; 2 – трос; 3 – колесо; 4 – нож; 5 – блок; 6 – плавающая качающаяся рама; 7 – трос;  
8 – гидроцилиндр; 9 – подвижный блок; 10 – лебедка;  
11 – п-образная рама; 12 – несущая рама; 13 – гидроцилиндр подъема ножа

**Рисунок 3 – Кротодренажная машина, работающая по сочлененному и расчлененному способам**

Применение тяговых лебедок позволяет использовать всю мощность двигателя на полезную работу. Расчет номинального тягового усилия якорной лебедки, перемещаю-

щей плуг, окучник и другие сельхозорудия при мощности двигателя  $N = 2,6$  кВт, при частоте вращения барабана  $n = 120$  об/мин. (частота вращения фрезы) по формуле 2.31. [4] (данные взяты по техническим параметрам мотокультиватора LA ZAPPA).

$$\text{—————} \quad (\text{кгс}) \quad (1)$$

где  $N$  – мощность двигателя, кВт;  
 – КПД механизма (табл.1.9) [5], ( 85);  
 – скорость перемещения сельхозорудия (скорость навивки каната на барабан);

$$= \text{—————} = \text{—————} = 1.01 \text{ м/с} \quad (2)$$

$D$  – диаметр барабана ( $D = 160$  мм)

Тогда тяговое усилие составит:

$$Q = \text{—————} \quad \text{кгс}$$

Для проведения полевых испытаний была изготовлена якорная лебедка на базе мотокультиватора модели LA ZAPPA; H90; Z2 с двигателем, имеющим мощность 2,6 кВт, а также изготовлена двухколесная рама, перемещаемая этой лебедкой. На раме устанавливался плуг, окучник, симметричный картофелекопатель. Полевые испытания якорной лебедки подтвердили возможность перемещать вышеуказанные почвообрабатывающие агрегаты, при этом развивая большие тяговые усилия (около 223 кгс), чем для мини-трактора Беларусь 132 Н, имеющего номинальное тяговое усилие 2 кН (200 кгс) с мощностью двигателя 9,6 кВт [5]. Использование якорных лебедок позволяет снизить энергозатраты в 3-3.5 раза, по сравнению с мини-трактором «Беларус».

Предлагаемые устройства можно применять для разработки, рыхления грунта в стесненных условиях, рыхлить междурядья даже при сомкнутой ботве, использовать якорные лебедки как грузоподъемные устройства, как тяговые лебедки для корчевки кустарника и проведения сельскохозяйственных работ (вспашка, культивирование почвы, уборка картофеля, снега и др.).

#### Список цитированных источников

1. Шнеко-роторный рыхлитель грунта: патент на полезную модель № 8474 РБ МПК А 01 В 39/08 / В.И. Есавкин, А.Э. Есавкин: заявитель БрГТУ – заявка и № 20110927. – 16.11.2011.
2. Винт против мерзлоты / Б.Шумилин // Техника молодежи. – 1987. – №8. – с. 21-23.
3. Скотников, В.А. Машины для строительства и содержания осушительных дрен / В.А. Скотников, Л.И. Можейко, А.А. Мащенко, Н.П. Кладов. – М.: Машиностроение 1973. – 119-129 с.
4. Марон, Ф.Л. Справочник по расчетам механизмов подъемно-транспортных машин / Ф.Л. Марон, А.В. Кузьмин. – Мн.: Вышэйшая школа, 1977. – 47 с.
5. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://moto-market.ru/>

УДК 621.9.01

**Иванов Д.В.**

**Научный руководитель: к.т.н., доцент Драган А.В.**

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ НАГРУЖЕННОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ