

Рисунок 4. Результаты расчета передаточного отношения (а) и разности углов поворота валов универсального шарнира (б): ( $\gamma_1 = 15^\circ$ ;  $\mu_1 = 90^\circ$ ;  $\mu_2 = 90^\circ$ ;  $\varepsilon_1 = 0$ ; 10; 20°)

### Выводы

Таким образом, полученные расчетные характеристики движения валов универсального шарнира свидетельствуют об их разнообразии, и о том, что необходимо учитывать их при расчете, проектировании и совершенствовании машинных агрегатов.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Верховский, А.В. Кинематическое и динамическое исследование шарнира Гука (универсальный шарнир) / А.В. Верховский // Теория, конструкция и производство сельскохозяйственных машин, т.1. – М.-Л.: Сельхозгиз, 1935. – 185 с.
2. Чудаков, Е.А. Расчет автомобиля / Е.А. Чудаков. – М.: Машгиз, 1947. – 409 с.
3. Блох, З.Ш. Теория и расчет карданных пере-

дач: в кн.: Расчет и проектирование деталей сельскохозяйственных машин / З.Ш. Блох. – М.-Л.: ОНТИ, 1938. – С. 97–123.

4. Блох, З.Ш. Расчет карданных передач / З.Ш. Блох // Теория, конструкция и производство сельскохозяйственных машин. – М.-Л.: Машгиз, 1940. – Т. 5. – 273 с.

5. Даскалов, А.Й. О переводных отношениях в многокарданных передачах: в 3 ч. / А.Й. Даскалов // Сельскохозяйственное машиностроение и механизация сельского хозяйства: науч.тр./ ВИММЭСС - Русе. – Русе, 1980. – Т.22, серия 1. – С.119–149.

6. Кинематика универсального карданного шарнира / В.И. Ходосевич, Ю.Н. Силкович // Опыт, проблемы и перспективы развития технического сервиса сельскохозяйственной техники: материалы междунар. научно-практич. конф. – Ч. 2. – Мн., 2006. – С. 134–138.

УДК 631.171.631.353.6

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 28.10.2008

## ОПЫТ РАЗРАБОТКИ СЕМЕЙСТВА РОТОРНЫХ ГРАБЛЕЙ-ВАЛКОВАТЕЛЕЙ

Н.А. Горбачевич, ст. науч. сотр., О.В. Макуть, мл. науч. сотр (РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»)

### Аннотация

*В статье рассмотрены характеристики и основные параметры роторных граблей для сгребания травяной массы в валки, проведена оценка конструкций роторных граблей, приведены результаты разработки и освоения производства граблей-валкователей на трех заводах-изготовителях.*

### Введение

Заготовке кормов, созданию прочной кормовой базы, как основе получения высоких надоев молока и привесов, на протяжении десятков лет уделяется большое внимание.

Техническое переоснащение кормопроизводства, использование высокопроизводительной техники – важнейшие условия высокоэффективного производства животноводческой продукции.

Разработка и освоение на отечественных предприятиях современной высокопроизводительной

кормоуборочной техники для различных технологических операций обеспечит повышение качества и количества заготавливаемых кормов.

### Основная часть

В производственном процессе заготовки кормов из трав применяется много технологий, которые складываются из отдельных технологических операций – это скашивание травостоя, плющение, ворошение, сгребание в валки, подборка валков для различных технологий заготовки. Каждая из технологических операций имеет свои агротехнические особенности и влияет на режимы работы последующих.

Особенности заготовки кормов из трав заключаются в необходимости проведения ее в сжатые сроки, определяемые биологическими особенностями растений. Запоздывание с уборкой, растягивание сроков сушки или провяливания травяной массы ведет к уменьшению выхода питательных веществ с единицы площади, ухудшению качества корма.

После скашивания в технологии заготовки кормов из трав следуют ворошение и сгребание. Технологическая операция сгребания необходима при заготовке сена, сенажа и зерносенажа при сплошном скашивании и сдваивании валков.

В мировой практике для ворошения и сгребания используются ротационные, роторные и колесно-пальцевые грабли. Преимущество роторных граблей – щадящий режим работы граблин, что дает возможность значительно сократить потери, повысить качество сена. Однако роторные грабли, как правило, имеют сложный механический привод, на который передаются все динамические нагрузки от рабочих органов, что особенно усугубляется при наличии камней и неровностей поля, в результате чего снижается надежность машины в целом [1].

В связи с этим, реальный интерес представляло создание однороторных граблей с ременным приводом, который частично обеспечивал бы гашение ударных нагрузок, позволял увеличить рабочую скорость агрегата, а, следовательно, и производительность, снизил стоимость машины и увеличил ее надежность. Подобный привод хорошо зарекомендовал себя на центробежных граблях.

Таким образом, были разработаны грабли-ворошилка однороторные ГВР-320 и ГВР-420, предназначенные для сгребания провяленной или свежескошенной травы из прокосов в валки, ворошения травы в прокосах и валках, сдваивания, оборачивания и разбрасывания валков.

В 2001 году грабли-ворошилка прошли приемочные испытания с рекомендацией выпуска опытной партии, с целью широкой хозяйственной проверки. Подконтрольная эксплуатация показала, что сла-

бым узлом является сочленение удлиненных граблин, а также на роторе с шириной захвата 4,2 м наблюдается пробуксовка ременной передачи. В связи с этим, было принято решение о выпуске граблей с несочлененными граблинами. В 2003 году на ОАО «Бобруйскагромаш» начато производство граблей-ворошилки ГВР-320 (Рис. 1) и ГВР-420 (Рис. 2), (всего их выпущено более 1000 штук).

### Технические характеристики ГВР-320

Тип	прицепной
Агрегатирование	класс трактора 0,9-1,4
Производительность за 1ч основного времени, га/ч	3,8
Ширина захвата, м	3,2
Рабочая скорость, км/ч	12,0
Транспортная скорость, км/ч	20,0
Масса, кг	610
Удельный расход топлива, кг/га	0,9
Количество роторов, шт.	1
Количество штанг на роторе, шт	8
Количество зубьев на одной штанге, пар	4
Ширина сформированного валка, м	1,2



Рисунок 1. Грабли-ворошилка ГВР-320

### Технические характеристики ГВР-420

Тип	прицепной
Агрегатирование	класс трактора 1,4
Производительность за 1ч основного времени, га/ч	5,0
Ширина захвата, м	4,2
Рабочая скорость, км/ч	12,0
Транспортная скорость, км/ч	20
Масса, кг	650
Удельный расход топлива, кг/га,	1,1
Количество роторов, шт.	1
Количество штанг на роторе, шт	8
Количество зубьев на одной штанге, пар	4
Ширина сформированного валка, м	1,2

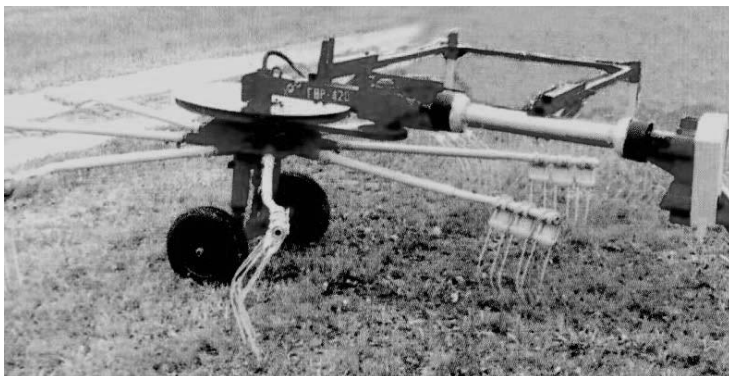


Рисунок 2. Грабли-ворошилка ГВР-420

Грабли-ворошилка ГВР-320 и ГВР-420 осуществляют сгребание с боковым формированием валка, при челночном движении они обеспечивают формирование валка из прокоса в 6,5 и 8,5 м соответственно.

Конструкцией освоенных в республике двухроторных граблей-ворошилки ГВР-630 предусмотрено сгребание растительной массы двумя роторными рабочими органами в центральный валок. Однако это не обеспечивает эффективную загрузку высокопроизводительных подборщиков-измельчителей и пресс-подборщиков. Учитывая, что более 60% земельных участков республики имеют длину гона менее 450 м, необходимо было делать ставку на использование полунавесных граблей-валкователей. При использовании граблей-валкователей с полунавесным агрегатированием на небольших по длине гонах уменьшается радиус их поворота, расходуется меньше топлива и увеличивается производительность.

Кроме того, выпускаемые в республике грабли-валкователь не обеспечивают надлежащего копирования роторами рельефа поля в продольном и поперечном направлениях. У зарубежных аналогов роторы присоединены к несущей раме шарнирно (карданное соединение) и имеют три или четыре копирующих опорных колеса, чем и достигается высокий копирующий эффект. Далее роторы имеют только восемь граблин, чего недостаточно для обеспечения качественного сгребания трав второго и последующих укосов на скоростях 10-12 км/час. Зарубежные аналоги имеют от десяти до четырна-



Рисунок 3. Грабли-валкователь ГВБ-6,2

дцати граблин на одном роторе. Поскольку отечественные машиностроители не подготовлены к выпуску роторов с упомянутым числом граблин, их следует приобретать у зарубежных фирм.

Наиболее технологичны в сегодняшних условиях валкователи двухроторного типа с шириной захвата 6-7 м, агрегируемые с пропашными тракторами класса 1,4. Это зарубежные модели Swadro-1201A фирмы «KRONE» и Limer-1550 фирмы «CLAAS» (Германия), GA-6000 фирмы «KUNN» (Франция) [2, 4].

### Технические характеристики ГВБ-6,2

Тип	полуприцепной
Агрегатирование	класс трактора 1,4
Производительность за 1ч времени, га\ч	
- основного	7,2...8,2
- сменного	5,4...6,2
- эксплуатационного	5,3...5,9
Ширина захвата, м	6,2...6,9
Рабочая скорость, км\ч	12,0
Транспортная скорость, км\ч	20
Масса, кг	1990
Удельный расход топлива, кг\га,	1,4
Количество роторов, шт.	2
Количество граблин на роторе, шт.:	
- передний ротор	10
- задний ротор	13
Количество двойных зубьев на одной граблине, шт.	4
Ширина сформированного валка (сдвоенного), м, не более	1,2 (1,8)
Масса валка (при влажности массы 60%), кг\м.п., не более	10

Исходя из сложившихся условий, наиболее эффективным было создание граблей-валкователей с шириной захвата до 7 м, которыми при челночном движении можно валковать до 14 м прокоса. Это обуславливалось также кратностью ширины захвата применяемых в республике косилок КДН-2,7, КДН-3,1, КПП-310А, КПР-6, КПР-9Б, Disco-8550 фирмы «Claas» (Германия) и др. и отсутствием отечественных граблей-валкователей с шириной захвата более 4 м и возможностью сдваивания валков.

В результате анализа зарубежных конструктивных схем граблей-валкователя [3] и на основании исследований, выполненных в РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства» [5], разработаны и поставлены на производство грабли-валкователь ГВБ-6,2 (ОАО «Лидсельмаш») (Рис. 3) с боковым расположением валка и грабли-валкователь ГВЦ-6,6 с центральным расположением валка (ОАО «Лидагропром-

маш») (Рис. 4).

Грабли-валкователь ГВБ-6,2 способны при челночном ходе сдвигать валки с ширины прокоса до 13 м. Рекомендуются на сенокосах с урожайностью трав менее 150 ц/га. Благодаря специальному устройству, которое позволяет приподнимать роторы, сокращается время при повороте (развороте) во время работы, вследствие чего повышается производительность.

В 2005 году разработанные грабли-валкователь прошли приемочные испытания на уборке трав в РУСХП «э/б «Восток» Щучинского района Гродненской области с рекомендацией изготовления опытной партии для подконтрольной эксплуатации в хозяйствах республики. В 2007-2008 гг. ОАО «Лидсельмаш» освоил серийное производство ГВБ-6,2 и выпустил более 850 машин.

Испытания граблей-валкователя ГВБ-6,2 подтвердили соответствие показателей техническим характеристикам. Потери на сдвигании валков не превышали 2%.

Грабли с центральным расположением валка – ГВЦ-6,6, изготовленные на ОАО «Лидагропромаш», предназначены для формирования валка оптимальной погонной массы на высокоурожайных кормовых угодьях (150 ц/га и более). Их применение целесообразно на сгребании зеленой массы бобово-злаковых и бобовых культур для предупреждения потерь мелких листьев и соцветий.



Рисунок 4. Грабли-валкователь ГВЦ-6,6

отечественные грабли-ворошилку ГВР-630 и не уступают современным зарубежным образцам.

В настоящее время ОАО «Лидагропромаш» изготовил 10 штук граблей-валкователей ГВЦ-6,6 для проведения квалификационных и сертификационных испытаний, а также подконтрольной эксплуатации в хозяйствах республики.

По данным испытаний, удельный расход топлива не превышал значения, указанного в технической характеристике, а потери массы составили 1,6% (по ТЗ < 2%).

Использование граблей-валкователя ГВЦ-6,6 обеспечит снижение приведенных затрат на 8,3%, прямых эксплуатационных – на 6,31%. Годовой экономический эффект составит 1291,06 тыс.руб.

#### Заключение

Применение разработанных новых машин позволит существенно снизить себестоимость кормов, улучшить их качество путем сокращения продолжительности уборки и закладки на хранение, а также качественного выполнения технологического процесса сгребания, более рационально использовать кормоуборочную технику.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Долгов, И.А. Машины для ворошения, сгребания трав и оборачивания валков/ И.А. Долгов. – Ростов н /Дону, 1994. – С. 40.
2. Буклагин, Д.С. Тенденции развития кормоуборочной техники за рубежом/ Д.С. Буклагин // Техника и оборудование для села, 2000. – №5. – С. 5-7.
3. Особов, В.И. Тенденции развития конструкций зарубежных граблей-ворошилок/ В.И. Особов, В.Е. Карасевич, И.Э. Демишкевич// Труды ВНИИКОМЖ: Комплекс проблем машиностроения для животноводства и кормопроизводства, 1989, т. 14. – С. 9-19.
4. Особов, В.И. Кормозаготовительная техника из Германии/ В.И. Особов //Тракторы и сельскохозяйственные машины, 1997. – С. 32-35.
5. К обоснованию основных параметров и конструктивных схем роторных граблей-валкообразователей/ И.М. Лабозкий [и др.] // Межведомственный тематический сборник РУНИП «ИМСХ НАН Беларуси»: Механизация и электрификация сельского хозяйства. – Мн., 2006. – Вып.40. – С. 129-137.

#### Технические характеристики ГВЦ-6,6

Тип	полунавесной
Агрегатирование	класс трактора 1,4
Производительность за 1ч времени, га\ч	
- основного	4,0...8,0
- сменного	2,8...5,6
- эксплуатационного	2,7...5,3
Ширина захвата, м	6,8
Рабочая скорость, км\ч	12,0
Транспортная скорость, км\ч	20
Масса, кг	1900
Удельный расход топлива, кг\га,	1,2
Количество роторов, шт.	2
Количество граблин на роторе, шт.	10
Количество двойных зубьев на одной граблине, шт.	4
Ширина сформированного валка, м, не более	1,4
Масса валка, кг\м, не более	30

Новизна разработки заключается в том, что обеспечивается надежное копирование рабочими органами макро- и микрорельефа поля, благодаря оригинальной конструкции подвеса роторов с тремя степенями свободы на многокатковой ходовой системе. Подобная машина создается впервые в отечественной практике.

По техническим и эксплуатационным характеристикам, грабли-валкователи значительно превосходят