

THE DRIVE MECHANISM FOR THE SEGMENT-FINGER CUTTING DEVICE WITH DOUBLE STROKE OF SEGMENTS OF MOWERS

МЕХАНИЗМ ПРИВОДА ДЛЯ СЕГМЕНТНО-ПАЛЬЦЕВОГО РЕЖУЩЕГО АППАРАТА С ДВОЙНЫМ ХОДОМ СЕГМЕНТОВ КОСИЛКИ

Professor, Doctor of Technical Sciences O.N. Zhortuylov, Ph.D. A.S. Adilshiev, Ph.D. G.S. Zhumatay, undergraduate U.E. Bekenov.

LLP «Kazakh scientific research institute mechanization and electrification of agriculture», Republic of Kazakhstan
E-mail: kazniimesh@yandex.kz

проф., д-р. Жортуылов О., д-р. Адильшеев А., к-н. Жуматай Г., магистрант Бекенов У.
Казахский НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства, Республика Казахстан
E-mail: kazniimesh@yandex.kz

Резюме: Описано устройство механизма привода сегментно-пальцевого режущего аппарата. Приведены преимущества и недостатки режущего аппарата с двойным ходом сегментов косилки. Приведены уравнения характеризующие скорость и ускорение движения ножа режущего аппарата, а также результаты лабораторно-полевых исследований и производственных испытаний механизма привода косилки.

Abstract: Apparatus of the new drive of the segment-finger cutting machine is described. The advantages and disadvantages of cutting device with double stroke of segments of mower are shown. The equations describing the speed and acceleration of the motion of the cutting machine's knife and the results of laboratory and field research and testing of the drive mowers are shown.

KEYWORDS: A NEW MECHANISM, THE DRIVE, THE CUTTING MACHINE, DOUBLE STROKE, SEGMENT, THE MOWER.

1. Введение

В Казахстане 5,0 млн. га угодий заняты естественными травами с невысокой урожайностью, а посевные площади под сеяные травы намечено увеличить более чем на 3,4 млн. га.

Решение проблемы заготовки кормов во многом зависит от наличия и состояния уборочных машин и совершенства их конструкции. Поэтому необходима модернизация существующих и создание новых машин с учетом отечественного и зарубежного опыта.

Для скашивания трав за рубежом, в основном, применяют ротационные косилки. Они позволяют работать на больших поступательных скоростях, ограничиваемых только рельефом поля и возможностями трактора. Использование ротационных режущих аппаратов повышает эффективность технологического процесса при кошении высокоурожайных, грубых и склонных к полеганию трав [1].

Недостатками ротационных косилок являются: высокая энергоемкость (около 12... 15 кВт на метр ширины захвата, большой удельный расход топлива и высокая его стоимость); опасность травм (значительное ускорение движения попадающих посторонних предметов) и загрязнение травы почвой при скашивании трав на песчаных и рыхлых почвах.

Наибольшее распространение при заготовке кормов из естественных и сеяных трав на практике получила технология скашивания трав с использованием однобрусной косилки КС-Ф-2,1 и двухбрусной полунавесной косилки КДП-4,0 с укладкой скошенной массы в прокос. Для скашивания мелких участков сложного контура фермерские хозяйства применяют, в основном, навесные однобрусные косилки КС-Ф-2,1, а на больших участках с ровным рельефом местности применяют полунавесную двухбрусную косилку КД-Ф-4,0, двухбрусную навесную косилку КДС-4,0 и прицепные трехбрусные косилки КП-Ф-6,0.

Косилки с сегментно-пальцевыми режущими аппаратами производятся, в основном, в СНГ: ОАО «Бердянские жатки» (Украина) выпускает однобрусную навесную косилку КПО-2,1, ОАО «Бобруйскагромаш» (Республика Беларусь) - косилку сегментно-пальцевую навесную КС-Ф-2,1Б и навесную двухбрусную косилку КДС-4,0, АО «Ургенчкорммаш» (Узбекистан) - косилку однобрусную навесную КОС-2,1 и двухбрусную полунавесную КДП-4,0 [2].

Преимущества этих косилок заключаются в точном срезе, низкой энергоемкости (около 2,0...2,5 кВт на метр ширины захвата), низком загрязнении кормовой массы и стоимости.

Недостатки: низкая производительность (около 0,45 га в расчете на 1 час и метр ширины захвата), высокая опасность забивания, частая замена ножей, высокая чувствительность к механическим повреждениям, высокие затраты на обслуживание.

Также недостатком известных косилок с сегментно-пальцевыми режущими аппаратами является то, что для привода используется кривошипно-шатунный механизм и при скашивании трав на естественных и сеяных сенокосах с неровным рельефом происходят частые поломки ножа и шатуна. Это связано с тем, что кривошипно-шатунный механизм установлен не на одной жесткой раме, как в жатках. Ведущий вал со шкивом и коробка кривошипного вала со шкивом закреплены на основной раме, а режущий аппарат с внутренним и наружным башмаками закреплен шарнирно к раме с помощью тяговой штанги, шпренгеля, а шатун взаимодействует с головкой ножа. Поэтому на неровных полях, когда наружный башмак приподнимется более чем на 20 см выше внутреннего башмака, увеличивается угол наклона шатуна к горизонтали и изменяется ход сегментов. С увеличением угла наклона шатуна растут вертикальные составляющие сил, действующих на нож и элементы пальцевого бруса, что увеличивает силы трения в режущем аппарате и приводит к защемлению ножа в режущем аппарате, вследствие чего происходят частые поломки ножа и шатуна, что требует дополнительного времени для устранения недостатков [3]. Из-за упругих деформаций тяговой штанги и зазоров в шарнирах пальцевый брус отходит назад. Движение ножа и пальца кривошипа происходит в разных плоскостях, что вызывает дополнительные усилия в звеньях механизма. Для повышения производительности уборочных машин необходимо увеличить частоту вращения кривошипного вала, а это в свою очередь, приводит к резкому возрастанию знакопеременных инерционных нагрузок, следовательно, к снижению эксплуатационной надежности и долговечности машины в целом.

Уменьшение частоты вращения кривошипного вала и, тем самым, снижение инерционных нагрузок достигается при использовании режущего аппарата с двойным ходом ножа [4].

2. Предпосылки и средства для решения проблемы

Необходимо разработать механизм привода режущего аппарата косилки, имеющей возможность работать на неровностях естественных и сеяных сенокосов.

Исследованию работы режущего аппарата с двойным ходом сегментов косилок посвящены работы Попова И.Ф. [5], Дроздова Н.И. [6], Босого Е.С. [4]. Преимущество режущего аппарата с двойным пробегом сегментов, по сравнению с аппаратом с одинарным пробегом сегментов состоит в том, что угловая скорость кривошипа снижается в 1,5...2,0 раза, подача режущего аппарата может быть увеличена в 1,6 раза, силы инерции ножа уменьшаются в 1,1...1,3 раза [5].

Но данный аппарат имеет и существенные недостатки [4, 6]:

- недостаточное использование максимальной скорости ножа в процессе срезания стеблей не позволяет при увеличении радиуса в 2 раза уменьшить на столько же и частоту вращения;
- колебания пальцевого бруса, рамы машины при двойном ходе ножа значительно больше, чем при одинарном;
- при кривошипном приводе ножа в опасном сечении спинки ножа возникают большие напряжения;
- повреждение лезвий сегментов происходит быстрее, чем в аппаратах с одинарным пробегом сегментов. Следует отметить, что эти результаты получены для режущего аппарата с двойным ходом ножа, приводимого дезаксиальным кривошипно-шатунным механизмом. Двойной ход ножа обеспечивается при радиусе кривошипа в 2 раза большем, чем в аппаратах нормального резания с одинарным пробегом сегментов. При этом увеличивается угол наклона шатуна, что приводит к возрастанию вертикальных составляющих сил, вызывающих увеличение силы трения о направляющие.

В Казахском научно-исследовательском институте механизации и электрификации сельского хозяйства разработан экспериментальный образец механизма привода косилки, в котором возвратно-поступательное движение ножа режущего аппарата осуществляется кривошипно-коромысловым механизмом. Техническая новизна изобретения защищена инновационным патентом РК №26421 от 12.12.2011 г. Механизм смонтирован на внутреннем башмаке и состоит из приводного вала с кривошипом, соединённым посредством шатуна с коромыслом, один конец которого шарнирно соединен со стойкой. Другой конец коромысла соединен через толкатель с головкой ножа. Режущий аппарат имеет двойной пробег ножа [7].

Отличительными особенностями механизма являются:

- при поднятии наружного башмака более чем на 20 см выше внутреннего башмака, ход сегментов не изменяется;
- толкатель с головкой ножа перемещается продольно по оси движения ножа, исключает знакопеременные напряжения изгиба в спинке ножа в вертикальной плоскости;
- уменьшается масса ножа из-за упрощения конструкции и снижения массы головки ножа;
- частичное уравнивание сил инерции ножа и привода обеспечивается установкой балансиров против пальцев кривошипа;
- в конструкции режущего аппарата могут применяться штампованные сдвоенные пальцы. Двусторонний режущий аппарат по типу «Шумахер» исключает необходимость установки прижимных устройств и позволяет производить качественный срез как сеяного, так и естественного травостоя.

В результате теоретических исследований получены аналитические уравнения, определяющие перемещение x скорости V и ускорения a ножа режущего аппарата косилки. Обоснованы основные параметры механизма: радиус кривошипа $r = 38$ мм; длина шатуна $l = 120$ мм; длина коромысла $R_1 = 380$ мм; расстояние между опорами $d = 221,5$ мм и частота вращения кривошипа $n = 400$ об/мин [7].

Разработанный кривошипно-коромысловый механизм привода режущего аппарата ранее применялись в экспериментальных образцах: косилки КС-2,1Ж, косилки-плющилки КП-3,0 (рисунки 1, 2), которые прошли производственные испытания с положительными результатами [8, 9].



Рисунок 1 – Косилка однобрусная КС-2,1Ж



Рисунок 2 – Косилка-плющилка КП-3,0 с механизмом привода режущего аппарата

Двухбрусная прицепная косилка КДП-4,0М предназначена для кошения трав с укладкой их в прокос и работает в агрегате со всеми колесными тракторами класса 9...14кН.

Прицепная косилка КПД-4,0 М состоит из двух косилочных модулей с сегментно-пальцевыми режущими аппаратами, которые смонтированы на одной общей раме с двумя колесами (рисунок 3).



Рисунок 3 – Косилка двухбрусная прицепная КДП-4,0М

Рабочие органы приводятся от ВОМ трактора карданной и ременной передачами. Режущий аппарат нормального резания с удвоенным пробегом ножа приводится новым кривошипно-рычажным механизмом, установленным на внутреннем башмаке. Были проведены производственные испытания новой косилки при скашивании люцерны и разнотравья [10].

Разнотравье – зеленая масса люцерны и донника. Урожайность разнотравья – 12,0 т/га. Густота растений – 420...560 шт/м². Влажность массы – 61 %. Скорость движения косилки при скашивании разнотравья (люцерны и донника) составляла 2,0...2,5 м/с. Ширина захвата косилки при скашивании донника составила 4,0...4,1 м. Мощность, необходимая для скашивания травы с укладкой в прокос, при скорости движения машины 2,0 м/с составляет 6,0 кВт, а холостой ход режущих

аппаратов, составляет 3,1 кВт. Производительность при скашивании составляла 2,8...3,6 га/ч.

В результате испытаний установлено, что на неровном сенокосном рельефе технологические процессы скашивания травы с укладкой в прокос выполняются надежно и качественно. Нарботка за весь период производственных испытаний составила 100 ч. (258 га). Косилка имеет возможность работать в условиях неровного рельефа, естественных и сеяных сенокосов, а также на крупных и небольших площадях сеяных и естественных трав.

3. Заключение

Разработанный кривошипно-коромысловый механизм привода режущего аппарата применяется в экспериментальных образцах косилки КС-2,1 Ж, косилки-плющилки КП-3,0, которые прошли производственные испытания с положительными результатами. Применение нового механизма привода режущего аппарата в конструкции двухбрусной прицепной косилки КПД-4,0 М обеспечивает надежную работу косилки на неровном рельефе естественных и сеяных сенокосов, даже в условиях, когда наружный башмак окажется более 20 см выше внутреннего. Конструкция привода устраняет защемление ножа, тем самым ликвидирует поломку деталей режущего аппарата, повышает эксплуатационную надежность и увеличивает срок службы. Применение нового кривошипно-рычажного механизма с удвоенным ходом ножа позволяет снизить частоту вращения кривошипа в 1,5 раза, подачу ножа или производительность повысить в 1,6 раза, снизить инерционные силы в 1,2...1,3 раза, соответственно снизить энергоемкость процесса кошения трав.

4. Литература

1. Особов В.И., Васильев Г.К. Сенокосные машины и комплексы. – М.: Машиностроение, 1983 – 304 с.
2. Технология и технологические средства для заготовки кормов: каталог справочник – М., 2005. – 183 с.
3. Адильшеев А.С. Научно-технологические основы разработки сенокосных машин с усовершенствованием приводных механизмов режущих аппаратов: автореферат... д.т.н. 05.20.01 – Алматы, 2010. – 40 с.
4. Босой Е.С. Теория, конструкция и расчет сельскохозяйственных машин / под ред. Босого Е.С. – М.: Машиностроение, 1978. – С. 247.
5. Попов И.Ф. Машины для уборки трав на сено. – М. Машгиз, 1978. – 268 с.
6. Дроздов Н.И. Исследование пресса резани трав и зерновых культур режущими аппаратами уборочных машин // Труды ВИСХОМ – М., 1961. – 301 с.
7. Адильшеев А.С., Жортуылов О.Ж. Обоснование параметров механизма привода режущего аппарата с двойным ходом ножа. Система технологий и машин для инновационного развития АПК России. // сб.научн.докладов Международной научно-технической конференции посвященной 145-летию со дня рождения основоположника земледельческой механики академика Горячкина В.П.–Часть 2. – М, 2013.– С. 309-311.
8. Жортуылов О.Ж., Адилжанулы Т., Адильшеев А.С., Солдатов В.Т., Бекенов У.Е., Калым К. Технология заготовки люцерны с плющением // АгроЭлем.– 2011.– №12.–С. 28-30.
9. Жортуылов О.Ж., Адильшеев А.С., Солдатов В.Т., Алексеев А.А., Жуматай Г.С., Бекенов У.Е. Косилка с усовершенствованным приводом режущего аппарата // АгроЭлем.– 2012.– №10.–С. 10-12.
10. Жортуылов О.Ж., Адильшеев А.С., Алексеев А.А., Евтифеев А.Г., Бекенов У.Е., Жуматай Г.С. Двухбрусная прицепная косилка КПД-4,0 М. // АгроЭлем.– 2014.– №12.–С. 48-51.