

УДК 626.800.5 (035.5)

## **ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИЙ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ КОСИЛОК ДЛЯ УХОДА ЗА МЕЛИОРАТИВНЫМИ СИСТЕМАМИ**

**В.Н. Кондратьев**, доктор технических наук  
Институт мелиорации и луговодства НАН Беларуси

**Ключевые слова:** мелиоративная косилка, берма, откос канала, скашивание, конструкция, режущий аппарат, привод

### **Введение**

Скашивание и удаление растительности со дна, откосов и берм каналов является одной из основных операций по уходу за мелиоративными системами. Трудности, возникающие при механизированном скашивании, вызваны разнообразием растительности (различная высота, густота и диаметр стеблей травостоя, наличие древесной и кустарниковой поросли), неровностями рельефа как берм, так и откосов, наличием посторонних предметов на бермах, откосах и дне каналов, ограждений и гидросооружений, разными грунтовыми условиями.

Современные косилки, применяемые для скашивания каналов, отличаются по назначению, типам режущих аппаратов, принципу действия, конструкциям базовых машин, способам навески рабочих органов и т.п. По принципу резания все режущие аппараты косилок можно разделить на две основные группы: аппараты, режущие растения с подпором и без подпора стеблей.

По характеру траекторий движения режущего элемента (ножа) различают режущие аппараты с возвратно-поступательным и вращательным движением ножей. В самостоятельную подгруппу выделяются режущие аппараты с поступательным движением ножей. В свою очередь режущие аппараты с возвратно-поступательным движением ножей делятся на аппараты с неподвижным пальцевым брусом, выполняющим роль опоры при резании, сегментно-пальцевые и беспальцевые, или, иначе, двухножевые режущие аппараты (два подвижных ножа).

Режущие аппараты бесподпорного резания с вращательным движением режущих элементов (ножей) делятся на аппараты с вращением режущих элементов вокруг вертикальной оси (ротационные) и горизонтальной оси (роторные).

Конструктивно, по расположению привода рабочих органов, ротационные режущие аппараты делятся на аппараты с верхним и нижним приводом.

На скашивании берм и откосов каналов получили распространение косилки с режущим аппаратом возвратно-поступательного действия. Их достоинством являются простота конструкции и малый вес, низкие затраты энергии на привод, возможность использования режущего аппарата сельскохозяйственных косилок, выпускаемых крупными сериями.

### **Характеристика косилок**

Косилка ККД-1,5 с режущим аппаратом возвратно-поступательного действия предназначена для скашивания и удаления травы на бермах и откосах каналов и дамб с различной крутизной откосов. Для выполнения этих работ косилка оснащается двумя сменными рабочими органами: сегментно-пальцевым режущим аппаратом и ленточно-грабельным подборщиком.

Косилка навешивается с правой стороны между передними и задними колесами на колесные тракторы класса 1,4 т и состоит из главной рамы, шарнирной штанги, механизма подъема, компенсатора, коробки привода, сменных рабочих органов и гидропривода.

Рабочий орган состоит из редуктора привода и режущего аппарата. Редуктор привода обеспечивает преобразование вращательного движителя гидромотора в возвратно-поступательное. Режущий аппарат – стандартный, нормального резания, с одинарным пробегом ножа. Основными частями режущего аппарата являются: нож, пальцевый брус, башмаки (наружный и внутренний), пальцы, пластины трения и прижимы.

Ленточно-грабельный аппарат с приводом (подборщик) для сгребания скошенной массы состоит из сварной рамы, механизма привода, опорных колес и грабельного аппарата.

Окашивание канала начинается с бермы. При втором проходе скашивается верхняя часть откоса канала, при третьем – нижняя. Уборка скошенной массы начинается с нижней части откоса. Скошенная масса удаляется за бровку канала на берму.

Перед началом работы во избежание поломок рабочих органов машины на откосах канала отмечаются вешками места выхода устьев коллекторов дренажной сети, удаляются инородные предметы.

Косилки с сегментно-пальцевым режущим аппаратом выпускаются и за рубежом.

Косилка с подборщиком SV7-016 (ЧССР) предназначена для скашивания и удаления растительности с откосов каналов глубиной до 1,5 м с различной крутизной. Оборудование навешивается на колесный трактор класса 1,4 т: режущий аппарат – сегментно-пальцевый режущий брус PZL-152 на стреле между передними и задними колесами с правой стороны, а подборщик PV-3 – позади трактора. Ширина захвата режущего бруса – 1,5 м, подборщика – 3 м. Управление косилкой и подборщиком независимое. Привод оборудования – гидравлический от гидросистемы трактора. Обе рабочие операции (скашивание и подборка) могут выполняться одновременно или отдельно.

Основным недостатком сегментно-пальцевого режущего аппарата является возвратно-поступательное движение ножа по неподвижному пальцевому брусу, что вызывает знакопеременные нагрузки, которые ограничивают увеличение скорости резания, а следовательно, и скорости рабочей машины. В тяжелых условиях работы на полеглых травах, переувлажненных и засоренных участках откосов наблюдаются частые забивания и выход из строя сегментов и пальцев режущих аппаратов.

В современных мелиоративных косилках с режущим аппаратом возвратно-

поступательного действия применяются беспальцевые двухножевые режущие аппараты, что вдвое увеличивает скорость резания, уменьшает знакопеременные инерционные силы в режущем аппарате, обеспечивает более низкий срез травы.

Откосные косилки фирмы Krinke und Kruger (ФРГ) поставляются с двухножевым режущим аппаратом типа Busatis с бесступенчатым регулированием высоты среза растительности. Ширина захвата режущего аппарата 1,2 и 2,25 м. Косилки навешиваются на колесные тракторы или самоходные шасси на шарнирно-сегментной стреле и рукоятки. Привод оборудования – гидравлический от собственной или тракторной гидросистемы.

Для предотвращения поломок режущего аппарата в гидравлических магистралях встроены независимые предохранительные устройства.

Косилка Rasant Berg-Track модели 802 фирмы Johann Nusemuller-Ramant-Mahgerate-Erzeugung (Австрия), предназначенная для окашивания крутых откосов каналов и дамб, также оснащена двухножевым режущим аппаратом типа Busatis. Оборудование навешивается на самоходное колесное трехосное шасси с шинами низкого давления. Все колеса самоходного шасси – ведущие с гидравлическим приводом хода.

Низкое расположение центра тяжести обеспечивает косилке устойчивость на склонах. На шасси устанавливается дизельный двигатель мощностью 16,2 кВт (22 л.с.). Привод всех механизмов – гидравлический. Косилка оснащается комплектом быстросъемного рабочего оборудования: фронтальной двухножевой косилкой, ленточными граблями-подборщиком, косилкой с серпообразными ножами, косилкой-измельчителем, плужным отвалом для снега.

Режущим аппаратом возвратно-поступательного действия оснащаются и ковши-косилки, которые навешиваются на каналочистители и одноковшовые экскаваторы. Рабочий орган ковша-косилки, навешенный на рукоять оборудования типа обратной лопаты, перемещается по периметру поперечного сечения окашиваемого канала. После выгрузки скошенной массы машина передвигается параллельно бровке канала на расстояние, чуть меньшее ширины захвата режущего аппарата, делает остановку и цикл повторяется.

Ковши-косилки предназначены для собирания и транспортировки скошенной массы из каналов как сухих, так и частично заполненных водой, поэтому корпус ковша делается легким – решетчатым или с отверстиями.

Ковши-косилки выпускаются как дополнительный вид сменного оборудования, например, к каналочистителям Conver C-28Д фирмы Maschinenfabrik D.Barth (Нидерланды). Ширина захвата ковша – 2,8 м. На кромке ковша устанавливается двухножевой режущий аппарат возвратно-поступательного действия – с приводом от гидромотора, установленного в середине ковша. Подрессоренная подвеска обеспечивает поперечное следование неровностям поверхности откоса. Можно окашивать за один проход оба откоса и дно (если позволяет радиус действия стрелы) или дно и прилегающий откос. Сравнительно низкая производительность компенсируется возможностью окашивания дна откоса, в том числе под водой.

Представляет интерес ковш-косилка модели Kings Dyke фирмы MEC-MAC (Mechanical Machinery) (Англия) для окашивания глубоких каналов. Решетчатый ковш, рассчитанный на тяжелый режим работы, имеет режущую косилку в виде двухножевого режущего аппарата возвратно-поступательного действия. Привод ножевого аппарата заключен в корпус с консистентной смазкой. Реверсивный ножевой брус удерживается упорной пластиной. Привод – гидравлический с наличием встроенного предохранительного клапана.

В варианте ковша шириной 3 м режущий аппарат состоит из опорных пластин длиной по 300 мм каждая. Парные секции ножей позволяют увеличить протяженность зоны срезки вдвое по сравнению с обычными ножами, что способствует снижению износа ножей и увеличивает срок их службы. Режущий аппарат лишен каких-либо выступающих элементов, что предохраняет его от забивания срезанной массой.

Все модели ковшей-косилок имеют гидравлический привод режущих аппаратов.

При навеске на гидравлические одноковшовые экскаваторы в комплект ковша-косилки могут входить ковш с режущим аппаратом, приводной гидромотор, масляный бак, гидронасос и дроссель с регулятором (для регулирования скорости режущего аппарата косилки). С целью приспособления ковша к неровностям рельефа окашиваемой поверхности устанавливается подрессоренная подвеска.

В связи с ростом объемов работ по окашиванию и необходимостью повышения производительности косилок в последние годы широкое распространение получили косилки бесподпорного резания с вращательным движением рабочих органов. Такие косилки могут работать на высоких поступательных скоростях, надежно и качественно производя срезание растительности, разнообразной по диаметру стебля, а также мелкого кустарника, легко копируют неровности откосов.

Косилка РР-26 агрегируется с тракторами класса 1,4 т – МТЗ-50/52, МТЗ-80/82 и предназначена для окашивания откосов и дамб с любым заложением при верхнем или нижнем положении базового трактора.

Ротационный режущий аппарат, унифицированный с режущим аппаратом сельскохозяйственных косилок КРН-2,1 или КДН-2,1, имеет механический привод от вала отбора мощности базового трактора.

Косилка состоит из следующих основных узлов: рамы, навески, режущего аппарата, блока отбора мощности. Для монтажа косилки на трактор служит основная рама, на которой шарнирно закреплен рабочий орган. Двухшарнирная система навески позволяет устанавливать рабочий орган в рабочее положение при различной крутизне откосов и в транспортное положение. Система навески косилки РР-26 позволяет использовать ее только для окашивания бермы и откоса шириной не более 2,5 м.

Более широкое применение в бывшем СССР имели ротационные косилки, навешиваемые на оборудование типа стрела-рукоять: РР-41, К-48Б, К-24А (табл. 1).

**Таблица 1. Ротационные косилки**

Показатели	К-24А	РР-26	РР-41	К-48Б
Базовая машина	трактор МТЗ-82	трактор МТЗ-80/82	каналоочиститель МР-7А	трактор ДТ-75Б
Диапазон рабочих скоростей, км/ч	0,5-5,0		1-8	0,9-3,4
Ширина обрабатываемого откоса, м	4,5	2,1	5	6,3
Режущий аппарат:				
ширина захвата, м	1,6	2,1	2,1	2,1
количество роторов	2	4	4	4
частота вращения, об/мин	1650	2000	2000	1830
Производительность, га/ч	0,32	0,8-15	0,2-1,5	0,3
Габаритные размеры в трансп. положении, м				
длина		3800	5350	5100
ширина		3000	4680	3870
высота		3400	3340	2750
Масса рабочего оборудования, кг	490	630	900	1300

У косилок РР-41 и К-48Б режущий аппарат – четырехроторный, заимствованный от косилки КРН-2,1. Базовая машина – трактор ДТ-75БС<sub>2</sub>. Косилки обеспечивают окашивание откосов каналов шириной до 4-5 м за 2-3 прохода.

Откосная косилка РР-24 навешивается на колесный трактор МТЗ-82. Легкая конструкция режущего аппарата и стрелы обеспечивают окашивание откосов каналов глубиной до 2,5 м. Режущий аппарат ротационного типа с шириной захвата 1,6 м (два ротора) обеспечивает окашивание полегшей и мокрой растительности. При наезде режущего аппарата на препятствие стрела вместе с режущим аппаратом отклоняется, исключая поломки агрегата.

Для обеспечения безопасности обслуживания при работе с ротационными косилками на каменистых, засоренных посторонними предметами участках над режущим аппаратом крепится ограждение. На кабину со стороны работы косилки устанавливаются ограждения. Для защиты режущего аппарата от поломок в момент столкновения с препятствием устанавливают предохранительные устройства с фиксаторами.

За рубежом ротационные косилки на окашивании откосов каналов и дамб также получили широкое распространение. Представляют интерес многодисковые косилки серии GMD фирмы Kuhn S.A. (Франция). Косилки этой серии выпускаются с 4, 5 или 6 дисками с шириной прохода 1,6; 2,0; 2,4 м и отличаются высокой рабочей скоростью. Диски имеют овальную форму, что обеспечивает укладку срезанной травы в ровные валки. Расстояние между дисками непрерывно изменяется, что предохраняет рабочий орган от засорения. Расположение дисков таково, что при изгибе ножей соседние диски не повреждаются. Режущий аппарат точно следует за неровностями местности и пригоден для работы на склонах с уклоном до  $\pm 40^\circ$ .

Недостатками косилок с ротационным режущим аппаратом является высокая материалоемкость и энергоемкость, большая трудоемкость изготовления привода. Косилки не измельчают скошенную массу, что затрудняет уборку и последующее ее использование.

В последние годы за рубежом стали широко использовать откосные роторные косилки-измельчители. Режущий аппарат этих косилок бесподпорного резания представляет собой низко расположенный горизонтальный вал с шарнирно закрепленными ножами. Аппарат сверху закрыт кожухом. Кинематика таких режущих аппаратов создает условия для измельчения всех срезаемых растений.

Существует несколько способов крепления ножей на валу: жесткое шарнирное с возможностью поворота режущей кромки относительно оси, параллельной оси вала, и шарнирное с возможностью поворота режущей кромки относительно двух взаимно перпендикулярных осей.

Роторные косилки могут работать при любом направлении вращения ротора, однако при встречном – качество окашивания лучше.

Фима Van Wamel B.V. (Нидерланды) выпускает две машины для окашивания и содержания берм и откосов каналов: роторную косилку-измельчитель, навешиваемую на тракторную навеску, и роторную косилку-измельчитель, навешиваемую на шарнирно-сочлененное рабочее оборудование. Режущий аппарат поставляется в двух исполнениях – с шириной захвата 120 и 150 см. Привод режущего аппарата гидравлический. Вал рабочего органа оснащен шарнирно закрепленными ножами (билами). Масса каждого ножа 2,2 кг. Частота вращения вала 2500-2600 мин. Расход мощности на привод режущего аппарата составляет 23-30 кВт.

Режущие аппараты легко срезают и измельчают грубостебельчатую растительность и кустарник диаметром до 8 см.

Фирма Bomford & Evershed Ltd. (Англия) для окашивания откосов и берм каналов выпускает ряд моделей ротационных косилок, устанавливаемых на навеску колесных тракторов. Роторный режущий аппарат этих косилок обеспечивает срезание и измельчение скошенной массы с диаметром стеблей и кустарника до 10 см. Оборудование полностью гидрофицировано и состоит из следующих основных узлов: режущего аппарата, шарнирно-сочлененных стрелы и рукояти, гидросистемы. Мощность базового трактора не менее 33 кВт, ширина захвата режущего аппарата 1,12 и 1,52 м, число оборотов вала рабочего органа – 2000 мин<sup>-1</sup>.

Фирма Heinz Wossner KG (ФРГ) выпускает самоходные косилки на гусеничном и пневмоколесном ходу.

Косилка RM 50 представляет специальное самоходное шасси на резино-металлическом ходу с дизельным двигателем мощностью 37 кВт. Рама косилки жесткая, водонепроницаемая, из алюминиевых сплавов. Небольшая масса машины (1700 кг) в сочетании с большой опорной поверхностью гусениц дает возможность передвижения по грунтам с низкой несущей способностью с минимальным повреждением дернового покрова. Механизм передвижения косилки – гидравлический с бесступенчатым регулированием скоростей в диапазоне до 6 км/ч. Машина имеет различное сменное оборудование для выполнения мелиоративных работ: пальцево-сегментная, ротационная и роторная

косилки для срезания травы и кустарника, подборщик скошенной массы, ямокопатель, контейнер для сбора скошенной растительности и др.

Роторные косилки-измельчители создают возможность подбора скошенной массы для последующего ее использования.

Фирма A.Schmidt GmbH (ФРГ) выпускает роторные откосные косилки с отсасывающим устройством и без него, монтируемые на колесных тракторах и автомобилях Unimog.

Откосная косилка модели SB-600 HL окашивает и убирает траву с откосов за один проход. Срезанная масса отсасывается в специальную прицепную тележку. Оборудование может выполнять окашивание с правой или с левой стороны. Привод режущего аппарата роторной косилки-измельчителя и всасывающего устройства гидравлический. Управление всеми операциями выполняется из кабины водителя. Поворот сиденья оператора – перпендикулярно к направлению движения – создает хорошие условия обзора участка окашивания.

При разработке экспериментальных образцов косилок КБФ-2,5 и с пневмоподбором скошенной массы с откосов каналов КПП-1,5 использовались математические модели, описывающие технологические режимы работы косилок и определяющие оптимальные параметры их режущих аппаратов.

Косилка с пневмоподбором скошенной массы с откосов каналов глубиной до 2 м является полуприцепной к трактору класса 1,4. Предназначена для скашивания и измельчения растительности на откосах каналов с подбором измельченной массы в транспортное средство или разброса ее по берме канала в качестве мульчи. Обычно при скашивании и сгребании определенная часть растительности попадает в русло канала. Засорение русловой части приводит к образованию заторов и заилению. Качество очистки с применением косилки КПП-1,5 существенно повысится, так как она одновременно со скашиванием обеспечивает удаление растительности за пределы канала. Измельченная при скашивании растительность используется как удобрительный мульчирующий материал.

Косилка фронтальная КБФ-2,5 состоит из навесной рамы, рабочего органа бильного типа со сменными режущими ножами и гидравлического привода через цепную передачу на вал режущего аппарата. Отличительной особенностью фронтальной косилки является вынос рабочего органа влево или вправо при окашивании берм, что обеспечивает требование к безопасному размещению трактора относительно кромки откоса канала. Косилку можно будет использовать для измельчения остатков кукурузы, ботвы картофеля, растений люпина на полях, требующих повышения плодородия, и на других работах.

Применение косилки позволит повысить эффективность работ по уходу за мелиоративными системами. Экономический эффект от использования косилок достигается преимущественно за счет снижения капитальных вложений и повышения производительности труда. Новые фронтальная косилка (КБФ-2,5) и косилка с пневмоподбором (КПП-1,5) заменят ряд неспециализированных машин и превзойдут их по технико-экономическим показателям. В табл. 2 и 3 приведены технико-экономические показатели этих машин.

**Таблица 2. Техническая характеристика машин**

Показатели	КБФ-2,5	КПП-1,5
Тип машины	Навесная на МТЗ-80	Прицепная к МТЗ-80
Производительность за 1 час основного времени, га/ч	0,17-1,20	0,1-0,4
Мощность привода, кВт	Не более 25	Не более 25
Удельный расход топлива за сменное время, кг/га	14,74	14,74
Ширина захвата рабочего органа, м	2,5	1,5

**Таблица 3. Показатели экономической эффективности на выполнение годового объема работ, тыс. руб. (в ценах на 01.02.2001)**

Показатели	КБФ-2,5	КПП-1,5
Прямые эксплуатационные затраты	8114	7543
Капиталовложения	13322	13383
Приведенные затраты	10112	9633
Годовой экономический эффект	8110	1861

Таким образом, анализ конструкций отечественных и зарубежных косилок показывает, что они требуют усовершенствования построения математических моделей. В связи с переходом на рыночные отношения крайне важно не просто пополнять машинно-тракторный парк мелиоративной техникой с прежними характеристиками, а обновлять его машинами, например косилками, которые должны быть конкурентоспособными, обеспечивать рост производительности труда, экономию топлива, создавать оптимальные условия для возделывания сельскохозяйственных культур на мелиоративных системах.

### **Вывод**

Созданные экспериментальные образцы обладают новизной, которая заключается в том, что на основе проведенных НИР по поиску новых компоновочных схем средств механизации для мелиоративных работ, дальнейшему совершенствованию рабочих органов изменяется общая компоновка технического средства, а также составных его узлов и рабочих органов. При этом обеспечивается патентная чистота в отношении стран СНГ и ведущих Европейских государств.

### **Summary**

#### ***Kondratjev V. Specific Features of the Design of Domestic and Foreign Mowing Machines for Handling of Reclamation Projects***

The mowing off and removing of greenery from the channel bottom, slopes, banks is one of the major operations of handling of the reclamation projects. The difficulties of this operation mechanization are caused by different height, thickness and diameter of grass stalks, availability of tree and bush vegetation, banks and slopes relief irregularity, foreign objects at the work regions, different soil conditions. The analysis of the designs of domestic and foreign mowing machines shows that they demand improvement of the mathematical models. During development of the operating embodiments of KBF-2,5 mowing machines and with KPP-1,5 pneumatic picking up of the mass mowed off from the channel slopes, the mathematical models describing the technological regimes of work and determinative optimal parameters of their cutters were used.

Поступила 20 июня 2006 г.