

На правах рукописи

ЧЫОНГ МИНЬ ЗУНГ

275 04

20 MAR 2000

**ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ И РЕЖИМОВ
РАБОТЫ КАНАЛОКАШИВАЮЩИХ МАШИН
ДЛЯ ЗОНЫ ОСУШЕНИЯ**

Специальность: 05.20.04 – Сельскохозяйственные и
мелиоративные машины

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва 2000

Работа выполнена на кафедре «Мелиоративные и строительные машины»
Московского государственного университета природообустройства.

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор
Суриков В. В.

Научный консультант: доктор технических наук, профессор
Гантман В. Б.

Официальные оппоненты – доктор технических наук, профессор
Инакян С. А.
кандидат технических наук, доцент
Ильин С. П.

Ведущая организация - Люберецкий завод сельскохозяйственного
машиностроения им. Ухтомского

Защита состоится “6” марта 2000 г. в «10» часов на заседании
диссертационного совета К.120.16.02 в Московском государственном универси-
тете природообустройства.

Адрес: 127550, г. Москва, ул. Прянишникова, 19, МГУП, диссертацион-
ный совет К.120.16.02, ауд. 1/201.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке МГУП.

Автореферат разослан “11” феврале 2000 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Сурикова Т. И.

17072.34-11,0

Сурикова Т. И.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Основу технической эксплуатации мелиоративной системы составляет проведение необходимых работ по содержанию и ремонту ее элементов с целью поддержания системы в работоспособном состоянии.

Одними из наиболее трудоемких являются операции по очистке русел каналов от растительности. Особенно большое значение эти работы приобретают в зоне быточного увлажнения, где эффективность функционирования мелиоративной системы в значительной степени зависит от того, насколько быстро осушительные каналы отводят грунтовые и поверхностные воды. Своевременное окашивание отмытых каналов повышает их пропускную способность, способствует предупреждению засорения и заиления, препятствует распространению сорняков на поля.

Естественно-производственные условия мелиорируемых земель настолько разнообразны, что отдельно взятая каналоокашивающая машина вряд ли может решить проблему в целом, поэтому речь должна идти о комплексах машин, способных наиболее полно и эффективно выполнить все необходимые операции по зашиванию и удалению растительности из русла канала.

Цель работы. Основная цель работы заключается в повышении уровня механизации работ и производительности труда при окашивании осушительных каналов и удалении скошенной растительности.

Для достижения этой цели поставлены следующие задачи:

1. Обобщить данные по объемам окашивания в Нечерноземной зоне России.
2. Классифицировать средства механизации с технологической стороны и составить комплекс из существующих машин и машин, необходимых, но ранее не выпускаемых.
3. Определить технико-эксплуатационные и экономические показатели работы каналоокашивающих машин, и комплексов машин, составленных по их технологическим возможностям на осушительных системах различных типов.
4. Установить приоритеты машин и комплексов в различных условиях эксплуатации.

5. Провести сравнение результатов теоретических и экспериментальных исследований и рекомендовать численные значения показателей для использования в практических расчетах.
6. Предложены и обоснованы конструктивные схемы и параметры машин и новых рабочих органов, которые рекомендуются включить в комплекс.
7. Предложить организационные мероприятия для проведения работ по окашиванию каналов на объектах, различных по величине осушаемой площади и способам хозяйствования.

Методика исследований. Решение поставленных задач осуществлялось средством теоретических и экспериментальных исследований и проведения конструкторских работ. Расчеты по комплексу машин и определению приоритетов проведены с применением ЭВМ.

Научная новизна. На защиту выносятся следующие наиболее существенные результаты, определяющие научную новизну:

1. Определены показатели работы окашивающих машин в конкретных условиях эксплуатации.
2. Предложен и обоснован комплекс машин для окашивания и удаления пыли.
3. Предложен и обоснован типоразмер каналоокашивающей машины.
4. Предложены конструктивная схема и чертежи новой машины и нового рабочего органа для окашивания откосов и дна каналов на стадии технического рабочего проекта.
5. Для решения задачи по организации работ и рациональному использованию парка машин предложена математическая модель. Решение задачи реализовано на ЭВМ с применением симплексного метода линейного программирования.

Обоснованность и достоверность научных положений подтверждаются теоретическими и экспериментальными исследованиями, а также официальными документами контрольных испытаний.

Практическая ценность.

1. Производственные организации получают возможность оптимально использовать имеющийся парк, рационально распределив машины по объектам и видам работ.
2. Землепользователи могут выбрать наиболее выгодные для своего хозяйства комплексы машин и решать определенные организационные варианты. Например: приобретать ли те или иные машины в собственность или использовать машины на условиях аренды или поручить, на условиях подряда, провести все операции по уходу за сетью специализированным организациям.
3. Заводы-изготовители могут ориентироваться в изготовлении мелиоративных машин и формировании объемов их выпуска.
4. Конструкторские организации получают подтверждение выбранных направлений при создании новой техники.
5. Планирующие организации смогут обосновать финансирование землепользователей в виде выдачи кредитов, организации прокатных пунктов или создания специализированных эксплуатационно-ремонтных станций, ведущих работы на условиях подряда.

Реализация результатов работы.

Предложенные в результате проведенной работы новый типоразмер мелиоративной косилки и сменный рабочий орган для окашивания дна каналов включены в программу конструкторских работ МСХиП РФ и выделено финансирование для их изготовления.

Разработанная с участием автора конструкторская документация новой каналаокашивающей машины универсального типа передана на Люберецкий завод льхозмашиностроения им. Ухтомского для ее изготовления.

Апробация работы. Основные положения диссертации доложены и одобрены на научно-технических конференциях Московского государственного университета природообустройства в 1997, 1998 и 1999 годах на секции эксплуатации мелиоративных систем РСХА в 1997 г., на секции механизации ВНИИГиМ в 1998г.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 3 статьи.

Содержание и объем работы. Диссертация написана на русском языке включает 144 страниц текста, в том числе введение, 8 глав, список литературы 125 наименований, 28 рисунков, 30 таблиц и приложения.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении дано обоснование актуальности темы диссертации, сформулированы цели и задачи исследований, кратко изложены основные результаты и структура работы.

В первой главе дан анализ природно-хозяйственных условий Нечерноземной зоны России с точки зрения проведения операций окашивания.

Во вновь построенных системах Нечерноземной зоны при самотечном способе осушения избыточную воду с осушаемого участка удаляют главным образом помощью закрытых дрен или в сочетании с открытыми каналами (осушителями). Такие системы в Нечерноземной зоне преобладают, и проблема окашивания в этих случаях в основном сосредоточена на проведении технического обслуживания гистральных и других проводящих, а также оградительных каналов.

Параметры каналов осушительной сети имеют достаточно большой разброс, поскольку их проектируют для конкретной сети. В этой связи значительно усиливается создание средств механизации. В свое время машиностроительные КБ получили от МСХ СССР рекомендации по размерам каналов, которыми они пользовались при конструировании очистных машин.

Одной из особенностей травостоя в каналах являются разнотравье и высокая плотность зарастания. Далеко не все режущие аппараты косилок способны работать на каналах.

Анализируя виды растений, засоряющих русло канала, мы ссылаемся на исследования, ранее проведенные в МГУП.

Во второй главе дан обзор научно-исследовательских работ, выполненных в 60^х...80^х годах.

С 60^х годов целый ряд институтов и КБ усиленно начали заниматься проблемами, связанными с механизацией мелиоративных работ как в области строительства, так и эксплуатационно-ремонтного профиля.

К таким институтам прежде всего следует отнести ВНИИГиМ, ВИСХОМ, ИИЗемМаш, СевНИИГиМ, ЮжНИИГиМ, МГМИ, а также институты в Беларуси: СКБ Мелиормаш, ЦНИМЭСХ, в Литве: ЛитНИИГиМи и др.

В 1967-1972 гг. усилиями этих институтов и КБ было создано более 15 машин, предназначенных для ремонта каналов. На производство были поставлены налоочистительные машины: МР-12, МР-16, МР-14, КМ-82; косилки: РР-23, РР-, РР-41, РР-42, а также окашивающие рабочие органы на базе машин МР-14 и А-82.

В 1978 году кафедра мелиоративных и строительных машин МГМИ (ныне ГУП) рассмотрела технологические приемы механизированного удаления растительности с откосов мелиоративных каналов и составила классификацию машин.

Всеобъемлющие исследования по теории резания стеблей ротационным режущим аппаратом были проведены в лаборатории сеноуборочных машин в институте ВИСХОМ.

Автор этих работ В. И. Фомин определил целый ряд основополагающих параметров. Им, в частности, экспериментальным путем были получены величины сопротивления срезу стеблей некоторых растений, обоснованы геометрические параметры режущих лезвий и найдены оптимальные режимы резания бесподпорных жущих аппаратов.

Взаимодействие режущей кромки ножа и стебля впервые было рассмотрено ад. В.П. Горячкиным и акад. В.А. Желиговским. В настоящее время в этой области накоплен обширный теоретический и экспериментальный материал по резанию стeний. Среди этих работ следует выделить исследования, проведенные Ю.Ф. Ливиковым, А.В. Панкиным, Г.И. Грановским, М.И. Капустиным, А.А. Ивашко. Предельный вклад в изучение этого процесса внес и Доан Чай, проводивший исследование с режущими аппаратами мелиоративного назначения (косилка МСР-

1,2). Эти исследования проводились в Отраслевой научно-исследовательской лаборатории Московского гидромелиоративного института (ныне МГУП).

Результаты проведенных исследований показывают, что при бесподпорном срезе важное значение приобретает угол отклонения режущей кромки ножа от направления нормального перемещения. Увеличение этого угла до некоторой величины вызывает уменьшение сопротивления срезу. Однако дальнейшее отклонение ножа приводит к быстрому увеличению силы среза. Затем процесс резания вообще нарушается, так как возникает соскальзывание стебля.

На рис. 1 этот процесс проиллюстрирован. Приведена зависимость удельной силы сопротивления срезу от угла поворота (наклона) режущей кромки. Показаны кривые, определенные экспериментальным путем для толстостебельных (1) и тонкостебельных растений (2).

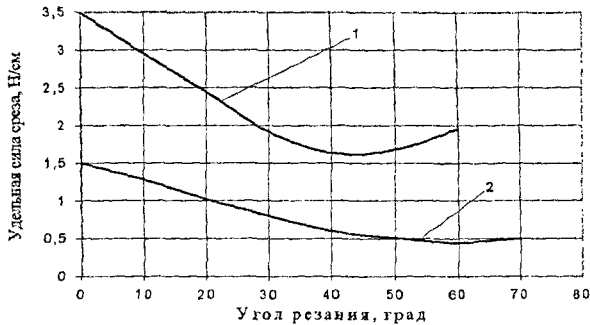


Рис. 1. Влияние угла наклона режущей кромки на удельную силу среза $v_p = 40$ м/с; густота травостоя 1000 стебл./м² (по В.И. Фомину):

- 1 — для толстостебельных растений;
- 2 — для тонкостебельных растений

Необходимо отметить, что числовые значения усилий среза определены для густоты травостоя 1000 стебл./м². Эта величина характерна для сельскохозяйственных культур. В мелиорации, в русле каналов, особенно на дне, где в основном израстает сорная растительность, густота травостоя достигает 6000...8000, а иногда и 10000 стебл./м². В этих случаях сопротивление резко возрастает.

В лаборатории сеноуборочных машин ВИСХОМа установили прямую зависимость между усилиями среза и густотой травостоя.

Работы, выполненные в лаборатории сеноуборочных машин ВИСХОМа, представляют большой интерес и практическую ценность. Целый ряд теоретических и экспериментальных разработок нами использован и некоторые положения лучили дальнейшее развитие.

В третьей главе дан обзор средств механизации для скашивания и удаления растительности на осушительных каналах.

Акцент здесь сделан на конструктивном различии машин: по параметрам базисных шасси, по способам агрегатирования, по видам режущих аппаратов, по положениям режущих аппаратов относительно канала. Проведена и оценка их технологических качеств. Такой анализ позволяет выбрать из числа ранее и ныне выпускаемых машин те конструкции, которые в большей степени отвечают агротехническим требованиям осушительных систем с определенным набором открытых каналов по глубине, ширине откосов, ширине по дну, видам растительности, плотности зарастания и времени очистки.

Рассмотрены условия, при которых определенную выгоду могут дать средствомалой механизации.

В четвертой главе выполнены расчеты по определению технико-эксплуатационных и экономических показателей каналоокашивающих машин.

В расчет включены каналоокашивающие машины, серийно изготавливаемые в 1990 г. на российских заводах, возобновление производства которых может произойти в любой момент.

Особо выделено определение производительности машин и стоимости выполненных работ. В связи с этим введено понятие «условная скорость выполнения работ». В этом случае можно будет перейти от производительности на конкретных каналах к производительности на всей площади осушения.

Введем в расчет величину А: [Гантман В.Б., Полинский В.А. и др.]

$$A = \frac{\text{холостые перегоны}}{\text{рабочие проходы}} \quad (1)$$

Эта величина может быть подсчитана на каждом или наиболее характерном для системы участке.

Определив средние скорости рабочего и холостого ходов, можно подсчитать значения условной скорости выполнения ремонтов V_{yc} .

Условную скорость выполнения ремонтов определяем по формуле:

$$V_{yc} = \frac{v \cdot v_x}{v_x + Av \cdot p} \cdot K_B,$$

где v_p – рабочая скорость машины, км/ч;

v_x – скорость машины на холостых перегонах, км/ч;

K_B – коэффициент использования машины по времени.

Данные по производительности, выраженной через величину условной скорости выполнения ремонтов - V_{yc} , определены для косилок на базе колесных тракторов и косилок на базе гусеничных тракторов.

На основании данных по производительности машин и их годовой загрузки определены удельные показатели стоимости работ.

Такие данные приведены на рис. 2.

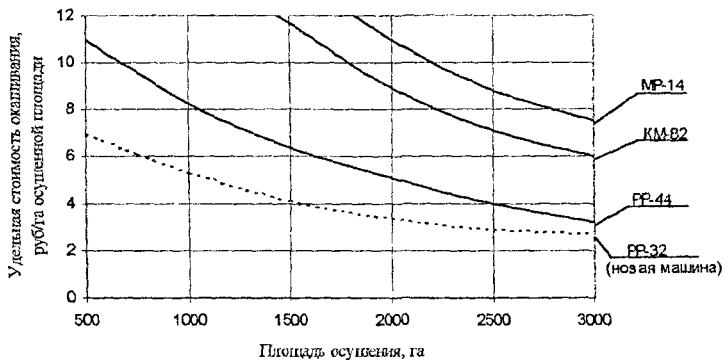


Рис. 2. Удельные показатели затрат на работу каналокосильных машин на системах, осушаемых закрытым дренажом, при выполнении одного укоса в год на каналах с шириной откоса до 3 м

Приведенная на рис. 2 аналитическая зависимость позволяет сделать следующие выводы: наибольшие затраты на эксплуатационные работы земельного

т нести при использовании машин на относительно малых площадях осушения 000 га. Обращает на себя внимание существенная разница в удельной стоимости окашивания в зависимости от объемов работ. Это объясняется более весомым влиянием расходов на амортизацию по сравнению с другими затратами.

При низкой годовой нагрузке машин, что наблюдается при эксплуатации меративных систем на площадях осушения до 500...1000 га говорить о комплексе ин бессмысленно. Здесь следует иметь одну машину, способную провести самостоятельное окашивание всех элементов каналов. Определить параметры и конструктивную схему такой машины - одна из задач данного исследования.

Для оценки выбора типа косилок с учетом всех основных факторов необходимо поставить и решить оптимизационную задачу, что в дальнейшем и выполне-

В пятой главе «Предложения по созданию новой техники» сформулированы нические требования к предлагаемой нами новой машине.

1. Тип машины – навесной с боковым расположением режущего аппарата.
2. Навеска должна осуществляться на трактор МТЗ-80/82 в стандартном исполнении без каких-либо доделок или переделок самого трактора.
3. Ширина захвата режущего аппарата должна быть не менее 1,5 м.
4. Вылет рабочего органа должен обеспечивать двухпроходное окашивание откосов любой крутизны и шириной не менее 3^x метров.
5. Привод режущего аппарата, так же как и управление навесным оборудованием – гидравлический от дополнительной насосной станции с приводом от вала отбора мощности трактора.
6. Навеска каналоокашивающей машины и насосной станции должны быть легкоъемными. Их монтаж и демонтаж должны занимать не более одного часа.
7. В конструкции стрелы должно быть предусмотрено предохранительное поворотное устройство на случай встречи режущего бруса с непреодолимым препятствием.

8. Ширина каналоскашивающей машины в транспортном положении должна превышать допустимый габарит для движения по дорогам сельскохозяйственной техники.
9. Производительность косилки при скашивании откосов и движении по спланированной берме должна быть не менее 0,25...0,60 га/ч.

Исходя из этих требований, на кафедре мелиоративных и строительных машин МГУП разработана конструкторская документация на эту машину, а Липецкий завод сельхозмашиностроения изготовил ее опытный образец под индексом РР-32.

Как видно из графика на рис. 2, удельные показатели стоимости работ этой машины значительно ниже, чем у других машин аналогичного назначения.

Кроме того, предложен и разработан дополнительный рабочий орган скашивания растительности на дне каналов в виде однороторного режущего аппарата с изменяемой шириной захвата путем установки на ротор ножей разной длины.

Поскольку режущие аппараты подобного типа ранее не применялись и проектировались, то в процессе конструирования возник целый ряд вопросов определения их параметров и режимов работы.

В шестой главе «Обоснование параметров и режимов работы режущего аппарата, предназначенного для скашивания растительности со дна мелиоративных каналов» приведено описание исследований в этом направлении. Задача решена применением ЭВМ, для чего составлены специальные программы, позволяющие установить диапазон работоспособности роторного режущего аппарата, в том числе снабженного сменными ножами различной длины.

На рис. 3 представлена расчетная схема сил, действующих на нож в процессе резания растительности. Сила резания условно приложена к крайней точке лезвия, находящейся на наибольшем расстоянии от центра шарнира. Такое расположение сил является наиболее неблагоприятным, а значит, может быть принято за рабочее.

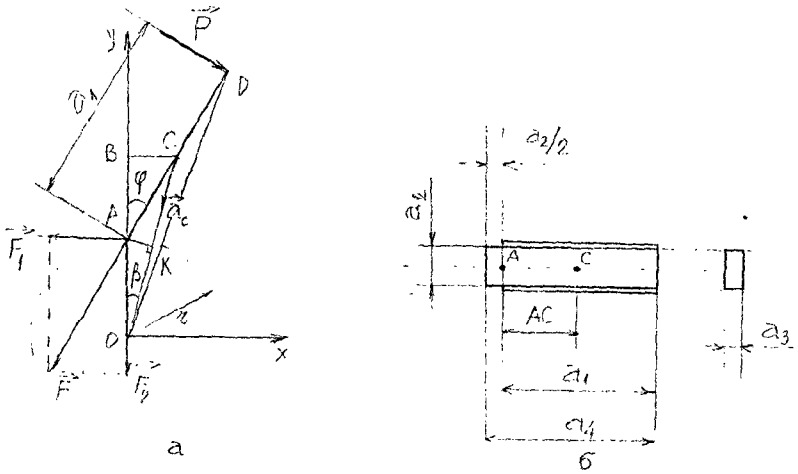


Рис. 3. Расчетная схема сил: а) схема взаимодействия сил при вращении ротора; б) метрические размеры ножа

Определим теперь зависимость величины угла, образованного средней линией ножа с прямой, соединяющей ось вращения ротора с центром шарнира ножа, от рины оканиваемого полосы, сопротивления резания и частоты вращения ротора.

Движение ножа считаем установившимся.

Относительно системы отсчета, связанной с землей, которую можно считать эрциальной, нож движется плоскопараллельно. Дифференциальные уравнения эскопараллельного движения получаем из теоремы о движении центра масс:

$$m \cdot \overline{a_c} = \overline{P}, \quad (3)$$

еоремы об изменении момента количества движения относительно центра масс:

$$\frac{d\overline{L_c}}{dt} = \overline{M_c}. \quad (4)$$

Связь между главными моментами системы сил относительно точек А и С:

$$\overline{M_A} = \overline{M_C} + \overline{AC} \cdot \overline{P}, \quad (5)$$

ишем в проекциях на ось Z:

$$M_{Az} = m_{Az} (m \cdot \overline{a_c}), \quad (6)$$

орое слагаемое в правой части $M_{Cz} = 0$, так как угловая скорость ножа постоянна.

Таким образом, принимая, что сила резания направлена перпендикулярно жущей кромке ножа, получим для движения ножа три скалярных уравнения:

$$-F_1 + P \cdot \cos \varphi + m \cdot a_c \cdot \sin \beta = 0,$$

$$-F_2 - P \cdot \sin \varphi + m \cdot a_c \cdot \cos \beta = 0,$$

$$-P \cdot a_1 + m \cdot a_c \cdot AK = 0.$$

Решение начнем с последнего уравнения (7).

Определим массу ножа и расстояние AC. На рис. 3 представлен нож со всеми необходимыми размерами. Пренебрегая отверстием в ноже, получим:

$$a_4 = a_1 + a_2 / 2,$$

$$AC = (a_4 - a_2) / 2,$$

$$m = am = a_2 \cdot a_3 \cdot a_4 \cdot d.$$

Далее определим β угол и расстояние АК:

$$BC = AC \cdot \sin \varphi,$$

$$OC = \sqrt{r^2 + 2 \cdot r \cdot AC + AC^2},$$

$$\sin \beta = BC / OC,$$

$$\beta = \arcsin(\sin \beta),$$

$$AK = r \cdot \sin \beta = r \cdot AC \cdot \sin \varphi / OC.$$

При установившемся движении ускорение центра масс

$$a_c = \omega^2 \cdot OC,$$

где ω - угловая скорость ротора.

Подставляем полученные результаты в (9):

$$-P \cdot a_1 + am \cdot \omega \cdot OC \cdot r \cdot AC \cdot \sin \varphi / OC = 0.$$

Откуда получим:

$$\sin \varphi = P \cdot a_1 / (am \cdot \omega^2 \cdot r \cdot AC),$$

$$\varphi = \arcsin(\sin \varphi).$$

Из уравнения (21) получили угол φ .

Силы F_1 и F_2 получим из уравнений (7) и (8):

$$F_1 = P \cdot \cos \varphi + m \cdot a \cdot \sin \beta,$$

$$F_2 = P \cdot \sin \varphi - m \cdot a \cdot \cos \beta,$$

откуда равнодействующая будет равна:

$$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2} \quad (24)$$

В результате найдены зависимости угла отклонения режущей кромки ножа от возможной величины усилия среза стебля и частоты вращения ротора. На рис. 4 эти зависимости приведены в виде графиков.

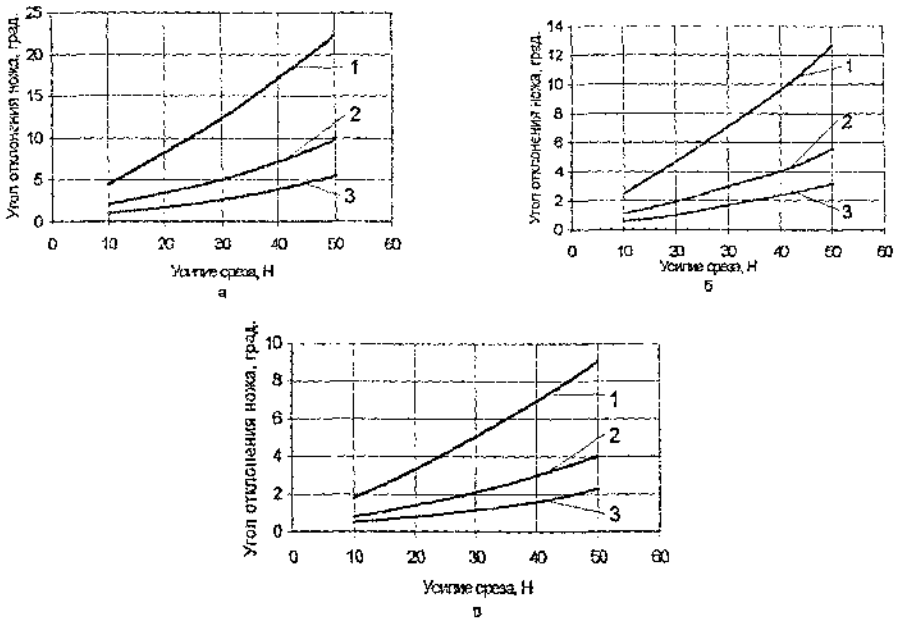


Рис. 4. Зависимости угла отклонения режущей кромки ножа от возможной величины усилия среза стебля и частоты вращения ротора:

- а) при ширине захвата 400 мм (длина ножа 85 мм);
- б) при ширине захвата 500 мм (длина ножа 135 мм);
- в) при ширине захвата 600 мм (длина ножа 185 мм);
- 1- частота вращения ротора 1000 мин⁻¹;
- 2- частота вращения ротора 1500 мин⁻¹;
- 3- частота вращения ротора 2000 мин⁻¹

Сопоставим зависимости усилий резания, возникающих при скашивании растительности с определенными физико-механическими свойствами, с кривыми, представляющими силовые характеристики ротора.

Один из графиков для ножей длиной 135 мм, что соответствует ширине захвата 500 мм, показан на рис. 5. Выходные данные расчета приведены в таблице 1.

Таблица 1. Ширина захвата $D=500$ мм

Показатели режущего аппарата	Густота травостоя, стебл./м ²					
	10000			6000		
	Частота вращения ротора, мин ⁻¹			Частота вращения ротора, мин ⁻¹		
	1000	1500	2000	1000	1500	2000
Окружная скорость ножей v , м/с	25	40	50	25	40	50
Угол отклонения ножа ψ , град.	38	24	16	28	16	10
Усилие среза, Н	150	200	225	105	135	150
Мощность, требуемая для скашивания N , кВт	3,75	8,00	11,25	2,63	5,40	7,5

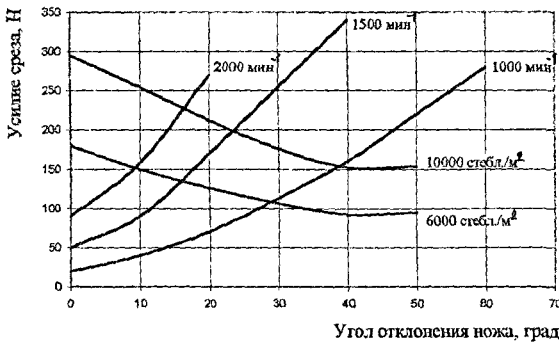


Рис. 5. Определение усилий, действующих на нож при скашивании растительности с густотой травостоя 6000 и 10000 стебл./м² при ширине захвата ротора 500 мм и длине ножа 135 мм

В этой же главе освещен вопрос о кинематике работы режущего аппарата.

В процессе резания ротор совершает два движения: вращательное и поступательное. Очевидно, что эти движения должны быть взаимоувязаны. В противном случае возможны как непокос, так и повторное резание стеблей растений.

Решение этих вопросов осуществлено путем построения совместных траекторий движений ротора и трактора. Для этого составлена и реализована специальная программа.

При вращении ротора вокруг неподвижной оси с постоянной угловой скоростью уравнения движения конца ножа (точка а) будут иметь вид:

$$X_a = R \cdot \cos \varphi, \quad (25)$$

$$Y_a = R \cdot \sin \varphi, \quad (26)$$

где $R = Oa$; $\varphi = \omega \cdot t$.

Если ось движется со скоростью v вдоль оси Y , то точка а сместится вдоль оси Z в точку b на расстояние:

$$ab = v \cdot t, \quad (27)$$

следовательно, уравнения точки b примут вид:

$$X_b = R \cdot \cos \varphi, \quad (28)$$

$$Y_b = R \cdot \sin \varphi + v \cdot t. \quad (29)$$

Траектория точки не зависит от времени, поэтому учитывая, что $\varphi = \omega \cdot t$, получим:

$$X_b = R \cdot \cos \varphi, \quad (30)$$

$$Y_b = R \cdot \sin \varphi + v \cdot \varphi / \omega. \quad (31)$$

Расстояние h , пройденное центром диска при прохождении ножа на расстояние, равное половине его оборота, равно:

$$H = v \cdot t = \frac{v \cdot \varphi}{\omega} = \frac{v \cdot \pi}{\omega} = \frac{30 \cdot v}{n}. \quad (32)$$

Траекторией конца второго ножа будет такая же кривая, сдвинутая по оси Y на расстояние h . Следовательно, при двух ножах на роторе площадь, скашиваемая одним ножом за один оборот ротора, будет равна:

$$s = 2 \cdot R \cdot h = \frac{60 \cdot v \cdot R}{n}. \quad (33)$$

Рассмотрим несколько возможных положений:

I положение – назовем его оптимальным: когда расстояние, пройденное ротором за период поворота ножа, соответствует длине режущей кромки. Такой случай трудно гарантировать, ибо скорость передвижения трактора зависит главным образом от условий его передвижения вдоль канала, а частота вращения ротора – от характеристики срезаемой растительности и густоты травостоя. Оба эти параметра в определенной степени могут устанавливаться самим трактористом.

II положение: ширина захвата ножа при его повороте на 180° меньше расстояния, пройденного трактором за этот же период. В этом случае будет наблюдаться непрокос какой-то части растений. Для работы любых косилок такое положение недопустимо.

III положение: скорость трактора мала, и нож успевает произвести повторный срез. Это обстоятельство будет вызывать определенные затруднения при уборке травы из русла канала.

Здесь следует выявить пределы геометрических параметров роторов, при которых каналоскользящую машину можно считать работоспособной.

Для этой цели построены траектории движения ножей ротора в зависимости от скорости трактора при определенной частоте вращения ротора и установке на нем двух ножей.

Составленная программа позволяет решить эту задачу в общем виде с целью рекомендовать режимы работы роторного режущего аппарата в зависимости от ширины захвата.

На рис. 6 траектории представлены для случаев полного совпадения длины ножа с расстоянием, пройденным трактором за период поворота ротора на 180° . Траектории построены для следующих условий: ширина захвата 500 мм, скорость трактора 10 км/ч, частота вращения ротора 1000 мин^{-1} , что соответствует скорости резания 40 м/с.

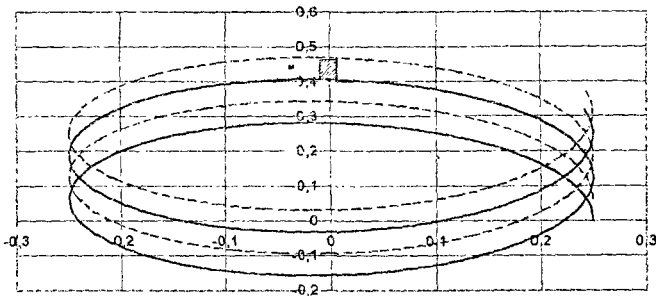


Рис. 6. Траектория движения конца ножа при ширине захвата 500 мм, поступательной скорости трактора 10 км/ч и частоте вращения ротора 1000 мин⁻¹

На базе приведенных зависимостей составлена таблица желательных, с точки зрения качества окашивания, режимов работы (табл. 2).

Таблица 2. Режимы работы каналookашивающих машин

Ширина захвата рабочего органа, мм	Длина ножа, мм	Поступательная скорость трактора, км/ч		
		Частота вращения ротора, мин ⁻¹		
		1000	1500	2000
400	85	4,2	6,4	8,5
500	135	10,2	15,4	20
600	185	16,5	24	30

Указанные в таблице значения ширины захвата включены в конструкцию козилки для окашивания дна каналов, разработанной в МГУП. Оценка ее работоспособности имеет большое практическое значение.

Седьмая глава посвящена энергетике процесса скашивания.

Для оценки достоверности данных по энергетическим затратам, полученным теоретическим путем, были проведены экспериментальные исследования в полевых условиях. Для этих целей была создана специальная прицепная установка с однороторным режущим аппаратом с приводом от электродвигателя и набором необходимых приборов. Методика постановки опытов базировалась на данных, необходимых для проведения эксперимента.

Результаты эксперимента показали главное: для окашивания растительности в режимах частоты вращения ротора 1500...2000 мин⁻¹ и поступательной скорости

трактора 4...6 км/ч с пересчетом на густоту травостоя, равную 6000 стебл./м² и ширине захвата 1,5 м, среднестатистическая потребная мощность (математическое ожидание при установившемся режиме) привода не превышает 9,5 кВт. Такая величина мощности соответствует гидромотору серии 210.16, который и был использован на новую косилку РР-32.

В восьмой главе решена оптимизационная задача по комплексам машин.

Экономико-математическая задача заключается в рациональном использовании техники по операциям технологического процесса с учетом стоимостных показателей. Необходимо минимизировать себестоимость работ, выполняемых механизированным способом, с учетом сроков ремонта каналов и имеющейся техники.

Постановка задачи для ЭВМ состоит из определения состава комплекса машин и распределения их по видам работ. Выбранные машины должны обеспечить выполнение всех запланированных работ на объекте с максимальной эффективностью.

Исходные данные для расчета:

1. Площадь осушения.
2. Протяженность каналов различного назначения.
3. Количество укосов в год.
4. Время в часах, отведенное на объекте для проведения операций по окашиванию каналов.
5. Каналоокашивающие машины и их технологические возможности
6. Рабочие скорости машин.
7. Транспортные скорости машин в зависимости от дорожных условий.
8. Отношение холостых пробегов машин к рабочим проходам в пределах одного объекта осушения (величина А).
9. Коэффициент использования машины по времени (K_p).
10. Годовая загрузка базового шасси в часах как на проведении операций по окашиванию, так и на других сельскохозяйственных работах.

Рассмотрено десять технологических вариантов выполнения операций окашивания с применением восьми марок машин. Состав комплексов, используемых на инкретных операциях окашивания, приведен в таблице 3.

Таблица 3. Комплексы машин и выполняемые операции

№ комплекса	Состав машины комплекса	Выполняемые операции по окашиванию каналов с максимальной шириной откосов до 3 ^м
I	1. МР-14	Бермы и откосы всех каналов
	2. РР-32-2	Дно всех каналов
II	1. КМ-82	Бермы и откосы всех каналов
	2. РР-32-2	Дно всех каналов
III	1. РР-41 (42)	Бермы и откосы всех каналов
	2. РР-32-2	Дно всех каналов
IV	1. РР-41 (42)	Бермы всех каналов
	2. МР-14	Откосы всех каналов
	3. РР-32-2	Дно всех каналов
V	1. РР-23Ф	Бермы всех каналов
	2. КМ-82	Откосы всех каналов
	3. РР-32-2	Дно всех каналов
VI	1. РР-23Ф	Бермы всех каналов
	2. РР-41 (42)	Откосы всех каналов
	3. РР-32-2	Дно всех каналов
VII	1. РР-26	Бермы всех каналов и откосы осушителей
	2. МР-14	Откосы всех проводящих каналов
	3. РР-32-2	Дно всех каналов
VIII	1. РР-26	Бермы всех каналов и откосы осушителей
	2. КМ-82	Откосы всех проводящих каналов
	3. РР-32-2	Дно всех каналов
IX	1. РР-26	Бермы всех каналов и откосы осушителей
	2. РР-41 (42)	Откосы всех проводящих каналов
	3. РР-32-2	Дно всех каналов
X	1. РР-32-1	Бермы и откосы всех каналов
	2. РР-32-2	Дно всех каналов

В состав комплексов введена новая машина РР-32 с режущим аппаратом окашивания откосов РР-32-1 и со сменным рабочим органом для окашивания каналов РР-32-2..

Предусмотрено, что однороторный режущий аппарат косилки РР-32-2 можно применить и для окашивания откосов. В этом случае дополнительные проходы 0,5 м позволят проводить окашивание откосов шириной до 4^х м, что учтено на рисунках (рис. 7 и рис. 8).

Графические зависимости построены на основе данных, полученных с испытательных систем с максимальной глубиной каналов до 2,2 м. Расчеты проводились для систем, осушаемых как закрытым дренажом, так и систем, осушаемых крытыми каналами.

Анализ графиков позволяет сделать следующие выводы:

1. Применение комплексов машин на операциях по окашиванию каналов на осушаемых площадях более 2500 га будет оправдано. Включение в комплекс фронтальной косилки РР-23Ф и косилки РР-32 на базе колесного трактора даст существенный эффект.
2. Обращает на себя внимание снижение стоимости работ, производимых косилкой РР-32 на базе стандартного колесного трактора. Такая машина может стать основной на эксплуатационно-ремонтных работах. В настоящее время создание и внедрение такой машины планируется МСХиП РФ. Если это произойдет, косилку РР-32 следует отнести к каналоокашивающим машинам I типоразмера. В этом случае целесообразно снять с производства косилку РР-26.

Как указывалось выше, этот рабочий орган можно использовать и для окашивания откосов, если их ширина превышает 3 м. Достигается это за счет дополнительных проходов с шириной захвата 0,5...0,6 м. Такой путь, разумеется, снижает производительность машины, однако при определенном соотношении каналов по глубине и на относительно малых площадях осушения применение косилки РР-32 может оказаться экономически более выгодным.

Системы, осушаемые закрытым дренажом

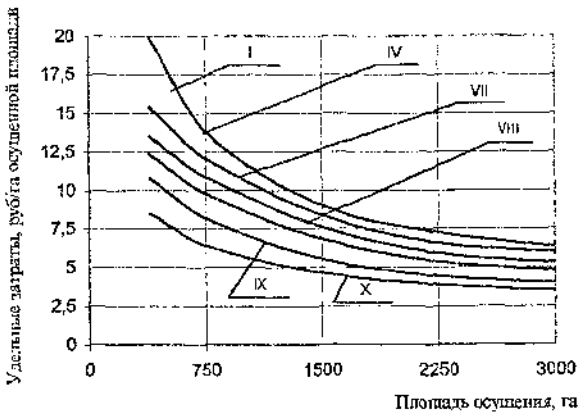


Рис. 7. Удельные показатели затрат (руб/га) на окашивание каналов различными комплексами машин в зависимости от площади осушения при одноразовом окашивании каналов с шириной откосов до 3 м: I, IV, VII, VIII, IX, X - номера комплексов по табл. 3

Системы, осушаемые открытыми каналами

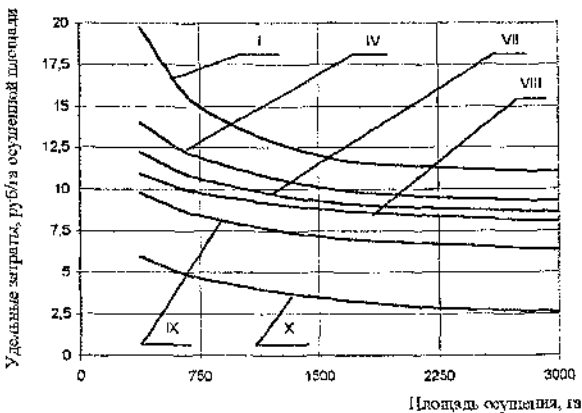


Рис. 8. Удельные показатели затрат (руб/га) на окашивание каналов различными комплексами машин при одноразовом окашивании каналов с шириной откосов до 3 м: I, IV, VII, VIII, IX, X - номера комплексов по табл. 3

3. Машины, снабженные, наряду с косилками, рабочими органами иного назначения (МР-14, КМ-82), уступают в рентабельности на операциях окашивания, но в отдельных случаях при их загрузке на других работах, например на очистке дна каналов от наносов в больших объемах, их применение может оказаться оправданным.
4. Расчет комплекса машин с применением ЭВМ может иметь многостороннее применение.

ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

1. Разнообразие естественно-производственных условий может оказать существенное влияние на выбор тех или иных конструкций машин, как с технической, так и экономической сторон.
2. При оценке технико-эксплуатационных и экономических показателей роторно-каналоокашивающих машин введен новый показатель – стоимость эксплуатационных затрат на единицу обрабатываемой площади, что позволяет непосредственно сопоставить доходы с выращенного урожая и расходы, связанные с применением тех или иных средств механизации.
3. Проведенные расчеты экономических показателей различных каналоокашивающих машин, изготовленных за последние годы в России, показали, что всемерно принятое подразделение машин на I и II типоразмеры требует внесения изменений. I типоразмер, к представителям которого относятся косилки РР-22 и РР-26, мало полезен и применение таких машин на большинстве систем весьма проблематично. Более рационально было бы изменить параметры машин I типоразмера, в первую очередь, вылет рабочего органа, позволяющий окашивать откосы шириной не менее 3^х метров.
4. Предложена конструкция новой каналоокашивающей машины I типоразмера с улучшенными параметрами под индексом РР-32. Машина одобрена техническим советом департамента мелиорации земель и сельхозводоснабжения МСХиП РФ и передана для изготовления на Люберецкий завод сельхозмашиностроения им. Ухтомского. В настоящее время опытный образец этой машины

направлен во Владимирскую машиноиспытательную станцию для прохождения государственных испытаний.

Обоснованы параметры и режимы работ ротационного режущего аппарата в ко-силках мелиоративного назначения.

Предложена конструктивная схема дополнительного сменного однороторного режущего аппарата, предназначенного для окашивания дна каналов. Определены и обоснованы его параметры и желательные режимы работ. Главная особенность нового рабочего органа в возможности изменять ширину захвата путем установки на ротор ножей различной длины. По специальным компьютерным программам определены условия его применения в зависимости от густоты и качества травостоя, поступательной скорости трактора, передаваемой на ротор мощности и его скоростного режима.

Определены приоритеты различных каналоокашивающих машин, в том числе и вновь предложенных, а также групп машин в различных сочетаниях при использовании их на системах с открытой и закрытой осушительной сетью.

Экспериментально подтверждены технико-эксплуатационные и экономические показатели новой каналоокашивающей машины РР-32 на заводских испытаниях, проведенных Люберецким заводом сельхозмашиностроения с нашим участием.

Произведена экспериментальная проверка затрат мощности при окашивании откосов каналов ротационным режущим аппаратом.

Основные положения диссертации отражены в следующих работах:

Методика определения эксплуатационных затрат при окашивании мелиоративных каналов. Тез. докл. научно-техн. конф. МГУП. –М.: 1997, с. 156.

Предложения по созданию каналоокашивающих машин упрощенной конструкции. Тез. докл. научно-техн. конф. МГУП. –М.: 1998, с. 167.

Сменный рабочий орган для окашивания дна осушительных каналов. Тез. докл. научно-техн. конф. МГУП. –М.: 1999, с. 135.