

Министерство сельского хозяйства и продовольствия Российской Федерации

Московский государственный университет
природообустройства

РГБ ОД

25 АПР 2000

УДК 631.3 : 631.6

На правах рукописи

Абдулмажидов Хамзат Арсланбекович

**Обоснование основных параметров и режимов работы ковшовых
каналоочистительных машин для зоны осушения**

Специальность: 05.20.04 - Сельскохозяйственные и мелиоративные машины

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук

Москва 2000

Диссертация выполнена на кафедре мелиоративных и строительных машин Московского государственного университета природообустройства

Научный руководитель - доктор технических наук,
профессор МГУП Суриков В.В.

Официальные оппоненты: доктор технических наук,
профессор Казаков В.С.
кандидат технических наук,
ст. научн. сотрудник Козов В.А.

Ведущая организация -- Управление "Мосмелиоводхоз"

Защита состоится 10 апр. 2000 г. в 10 часов на заседании диссертационного совета К.120.16.02. по присуждению ученых степеней Московского государственного университета природообустройства. Ауд. 1/201

Адрес: 127550, г. Москва, ул. Прянишникова, д.19, МГУП, диссертационный совет К.120.16.02.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке МГУП.

Автореферат разослан 29 февр. 2000 г.

Ученый секретарь Диссертационного
совета, кандидат технических наук, доцент

Сурикова Т.И.

Н 778.712 - 08 - 5 - 023, 0

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. Основа технической эксплуатации мелиоративных систем - это проведение необходимых работ по содержанию и ремонту их элементов с целью поддержания систем в работоспособном состоянии.

Очистка каналов осушительной системы от наносов - наиболее ответственная и трудоская операция. Механизация проведения этих работ непростое с технологической стороны и дорогостоящее мероприятие, связанное с созданием и качественным изготовлением целого комплекса машин, способных проводить ремонтные работы в самых разнообразных естественно-производственных условиях. Особенно остро стоит вопрос с механизацией проведения текущих ремонтов, когда очистке подвергается только дно канала. Эта операция, с точки зрения эффективности работы системы, имеет решающее значение.

В нашей стране, начиная с 60-х годов, создано немало различных типов мелиоративных машин, в том числе очистных. За время их эксплуатации в достаточной мере определены их достоинства и недостатки, однако, в их оценке выявлено и немало противоречий. Сегодня, после почти десятилетнего перерыва в выпуске каких-либо машин для мелиорации необходимо обосновать дальнейшие шаги в этой области, а именно решить вопросы о возобновлении выпуска машин или замене их на новую технику, определив тем самым главные направления в конструкторских работах.

Цель и задачи исследований. Повышение эффективности механизации эксплуатационно-ремонтных работ на осушительных системах, обратив внимание на главные приоритеты: качество, производительность и стоимость работ.

Для достижения этой цели поставлены следующие задачи:

1. Охарактеризовать естественно-производственные условия зоны осушения на примере функциональной классификации объектов осушительных систем.

2. Провести анализ конструкций каналоочистительных машин с точки зрения их технологических возможностей.

3. Определить технико-эксплуатационные и экономические показатели машин, предназначенных для очистки дна каналов при проведении текущих и монтажных работ.

4. Установить приоритеты машин в различных условиях эксплуатации.

5. Провести теоретические и экспериментальные исследования, позволяющие обосновать основные параметры рабочего органа в машинах с продольным движением ковша в жестких направляющих.

6. Предложить и обосновать конструкционные схемы новых рабочих органов машин для рекомендации их выпуска в ближайшие годы.

Методика исследований. Решение поставленных задач было осуществлено посредством теоретических и экспериментальных исследований. Расчеты технико-эксплуатационным и экономическим показателям машин и установлению приоритетов были выполнены с применением ЭВМ.

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

1. Определение технико-эксплуатационных и экономических показателей каналоочистителей.
2. Физическая модель рабочего органа с использованием теории приближенного физического моделирования (по В.И. Баловцеву).
3. Экспериментальные исследования по обоснованию параметров рабочего органа каналоочистителя с продольным движением ковша в жестких направляющих.
4. Даны рекомендации по организации работ и рациональному использованию машин.
5. Конструктивные схемы ковшей с уточненными параметрами предложены для дальнейшей разработки в КБ. Обоснованность и достоверность научных

положений подтверждается теоретическими и экспериментальными исследованиями, а также официальными документами.

Практическая ценность работы.

1. Производственные организации получают возможность обоснованно выбирать типы каналоочистительных машин в зависимости от условий эксплуатации и планировать рациональное использование их на объектах мелиоративных систем.

2. Землепользователи могут выбирать наиболее выгодные для своего хозяйства организационные варианты, т.е. приобретать ли очистные машины в собственность, использовать их на условиях аренды или поручить, на условиях подряда, провести все операции по уходу за сетью специализированным предприятиям.

3. Заводы-изготовители могут обоснованно планировать выпуск каналоочистительных машин, как по типам, так и по объемам.

4. Конструкторские организации получают подтверждение выбранных направлений и могут использовать их при создании новой техники.

Реализация результатов работы. Каналоочиститель с продольным движением ковша в жестких направляющих с изменяемыми по результатам данной работы параметрами ковша одобрен МСХиТ РФ.

Апробация и публикация результатов работы. Основные положения диссертации доложены и одобрены на научно-технических конференциях Московского государственного университета природообустройства в 1997, 1998 и 1999 годах. По теме диссертации опубликовано три статьи и подана заявка на предполагаемое изобретение ВНИИГПЭ.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, шести глав, общих выводов, списка использованной литературы и приложений. Работа изложена на 149 страницах машинописного текста и 3 страниц приложений, содержит 34 рисунков и 35 таблиц. Список использованной литературы включает 83 наименования, из них 2 на других языках

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

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

В первой главе рассматривается характеристика мелиоративных системы осушения. Механизация эксплуатационно-ремонтных работ на мелиоративных системах является непростой проблемой. Трудности вызваны в первую очередь разнообразием естественно-производственных условий. Специфика географических зон, различия в геометрических размерах каналов, размещенных на местности, удельные объемы заиливания и наносов, плотность и характер зарастания дна и откосов растительностью определяют комплексы специальных машин с широким диапазоном конструктивных схем и параметров рабочих органов. Совершенно очевидно, что при комплектовании парка должны учитываться все основные производственные и природные условия, и произведена оценка влияния тех или иных факторов на технологические свойства отдельных машин. В данной работе поставлена задача, предложить и обосновать комплекс машин для проведения эксплуатационно-ремонтных работ на каналах, обслуживающих мелиоративные системы в зоне осушения, поэтому сбор материалов по естественно-производственным условиям проведен именно в этой зоне.

За основу был взят обширный материал, собранный кафедрой мелиоративных и строительных машин МГУП в 1970...1975 г.г. по России, Белоруссии и Латвии. На этой базе данных и произведены технико-экономические расчеты.

Практика содержания мелиоративных систем зоны осушения показывает, что эксплуатационные работы следует разграничить на ежегодные, называемые "уходом" и ремонты, необходимость в которых возникает периодически раз в несколько лет. Такие ремонты получили название "текущих".

Рассмотрим, в чем заключаются главные особенности решаемой задачи.

1. В существующих машинах в качестве главного параметра, определяющего типоразмер машины, выбрана глубина очищаемого канала. Это правомерно для машин, предназначенных для строительства, реконструкции и капитальных ремонтов. В этих случаях с увеличением глубины канала увеличивается и объем удаляемого грунта, что в свою очередь отражается на производительности, мощности, массе и стоимости машины. Так, используя примеры выполненных конструкций машин, предназначенных для капитального ремонта каналов глубиной 1,5 м, к машинам для 3-х метровых каналов сопровождается 3...5 кратным увеличением их массы и стоимости.

Однако только при полной реализации энергетических возможностей более мощной и тяжелой машины и ее достаточной загрузке можно добиться приемлемой стоимости ее эксплуатации.

Совсем иная картина будет иметь место при попытке механизировать операции, входящие в номенклатуру работ по уходу. Например, при очистке на от наносов и заваления. Здесь глубина не может служить главной характеристикой канала, ибо нет прямой связи между этим параметром и удельными объемами наносов. При одной и той же ширине каналов по дну или небольшой разнице в этих размерах, что характерно для осушительной сети, удельные объемы зачистки каналов глубиной в 1 или 3 м могут оказаться примерно равными.

2. Средние удельные объемы ежегодных работ по удалению наносов чрезвычайно малы и составляют у большинства каналов от 0,02 до 0,10 м³ на метре длины. Это соответствует толщине сружки 5...15 см.

Заметим также, что зачистка и наносы распределяются по длине каналов крайне неравномерно. Для проводящей сети, например, максимальные объемы сосредоточены обычно в зонах, близких к устьям дрен или открытых осушителей. В то же время в других частях каналов объемы наносов могут быть в несколько раз меньше, а в отдельных случаях совсем незначительны. Такая же картина наблюдается на каналах регулирующей сети, где необходимость в очистке возникает главным образом на нижних отметках.

Согласно ОСТу 33-23-79 типоразмеры поперечных сечений каналов осушительных систем на расходы до $10 \text{ м}^3/\text{с}$ соответствуют данным, приведенным в таблице 1.

Типоразмеры поперечных сечений каналов осушительных систем Таблица

Наименование каналов	Строительная глубина, м	Ширина канала по дну, м	Коэффициент заложения откоса
1. Каналы, выполненные общестроительными машинами			
Проводящие	св. 0,8 до 1,5	0,4; 0,6; 0,8	1,0; 1,5; 2,0
Регулирующие	св. 1,5 до 2,5	0,6; 0,8; 1,0	1,5; 2,0; 2,5
Нагорные и нагорно-ловчие	св. 1,5 до 3,0	0,6; 0,8; 1,0; 1,5	1,5; 2,0; 2,5
2. Каналы, выполненные специализированными машинами			
Регулирующие	св. 0,8 до 1,0	0,25	1,0
	св. 1,0 до 1,2	0,25; 0,4; 0,6	1,0; 1,5
	св. 1,2 до 1,7	0,25; 0,4; 0,6	-

Выполненные осушительные каналы в определенной степени соответствуют указанному стандарту, однако, на разных системах разных зон наблюдается больший разброс параметров и их соотношений.

Данные, собранные кафедрой мелиоративных и строительных машин МГУП, ВНИИГиМ и др. позволяют определить загрузку каналоочистительных машин и объемы необходимых работ (табл. 2).

Удельная протяженность каналов осушительных систем в зависимости от их назначения, на 1000 га осушенной площади Таблица

Типы каналов	Системы, осушаемые закрытым дренажом (Смоленская обл.)	Системы, осушаемые открытыми каналами (Белоруссия)
Водоприемники	-	3,2 км
Магистральные каналы	2,5 км	10,1 км
Коллекторы и оградительные каналы	14,2 км	10,7 км
Осушители	1,2 км	31,0 км

Немаловажное значение при разработке конструктивных схем каналоочистительных машин имеет такой размер канала как ширина по дну. Для большинства осушителей этот размер находится в пределах 0,4...0,6 м.

Во второй главе рассматриваются мелиоративные машины, используемые на эксплуатационно-ремонтных работах в зоне осушения. С 60-х годов, КБ и институты начали интенсивно создавать различные мелиоративные машины, в том числе и каналоочистительные. А начиная с 1967...1970 г.г. системы начали оснащаться специальными средствами механизации. Появились каналоочистительные машины ЭМ-152Б, ЭМ-202, Д-490, КОБ-1,5 и далее МР-7, МР-12, МР-14, МР-16, МР-19, КМ-82, РР-303. На базе ранее и ныне выпускаемых отечественных и зарубежных машин появилась возможность уточнить классификацию эксплуатационно-ремонтных машин по различным признакам (возможность движения рабочего органа – ковша по жестким направляющим, при такой конструкции рабочего органа достигается высокое качество работы):

1. По непрерывности процесса очистки:
 - а) циклического действия;
 - б) непрерывного действия.
2. По базовым шасси:
 - а) на специальных самоходных шасси;
 - б) на колесных и гусеничных тракторах, в том числе болотоходных.
3. По расположению базового шасси и рабочего органа относительно оси канала:
 - а) консольная схема навески рабочего органа при движении базового шасси по берме;
 - б) седлающая схема движения базового шасси при расположении рабочего органа по оси канала;
 - в) внутриканальная установка машины на дне канала.
4. По конструкции рабочего органа:

- а) ковшовые (движение ковша в жестких направляющих);
- б) многоковшовые;
- в) скребковые;
- г) фрезерные;
- д) шнековые;
- е) комбинированные.

Ковшовые очистители с продольным по оси канала движением ковшей

Относительно низкая производительность одноковшовых экскаваторов считалась главным недостатком. Более существенным оценивали качество проводимых работ, а именно значительные габаритные переборы грунта на рмонтных работах. Габаритные переборы на различных каналах достигали 12...20% от площади поперечного сечения. Необходимость проведения плановочных операций после ремонта, дополнительная одерновка откосов, и установка в отдельных случаях креплений почти удваивали стоимость ремонта. все же простота конструкции ковшей и их высокая надежность, и универсальность предопределили поиск новых конструктивных решений очистных машин подобного типа. Главным направлением стали попытки придать ковшу продольное движение по оси канала.

За рубежом получило некоторое распространение другое решение. Фирма "Berkenheger", например, установила экскаваторное оборудование обратной лопаты на самоходное шасси, способное работать как по седлающей, так и вдуриканальной схемам. В последнем случае колесная полноприводная машина опирается на откосы. Для каналов мелкой сети такая схема работоспособна. При больших глубинах могут возникать затруднения из-за недостаточного радиуса разгрузки.

Наиболее перспективной в этом случае, следует считать машину РР-30 конструкции Отраслевой научно-исследовательской лаборатории МГМИ. Продольное движение ковша здесь достигается его установкой на жесткую нап

ляющую балку. Направляющая балка подвешена на спаренной стреле, а ковши приводятся в движение двумя гидроцилиндрами в сочетании с 4-х кратными скоростными полспастами. Этим достигается достаточно большой ход ковша, порядка 5...6 метров. В качестве базовой машины здесь использован трактор ДТ-75Б.

Механизованную очистку обычно проводят ранней весной или после уборки урожая, в другое время поля заняты посевами сельскохозяйственных культур. Относительно низкая производительность, как и у всякой машины циклического действия, здесь компенсируется высоким качеством очистки, которое заключается в строго прямолинейном движении ковша с регулируемой толщиной стружки и возможностью использования сменных, различных по ширине ковшей, а также способностью каналоочистителя черпать грунт из-под воды. Каналоочиститель РР-303 может работать в любых условиях, в том числе на каналах, засоренных камнями, погребенной древесной и другими включениями.

В третьей главе рассмотрен процесс резания и копания наносных грунтов в каналах ковшовыми рабочими органами. Дана характеристика грунтов по происхождению и по трудности разработки. Рассмотрены резание и копанье грунтов ковшовыми рабочими органами в работах таких авторов как Н.Г. Домбровский, В.П. Горячкин, А.Н. Зеленин, Д.И. Федоров и др.

Машины для земляных работ, использующие механический способ разрушения грунтов, работают по принципу их резания. Для большинства машин сопротивлением грунтов резанию составляют основную долю сопротивлений, действующих на рабочие органы. Кроме сопротивлений резанию, связанных с отделением режущими элементами стружки грунта от массива, на рабочих органах большинства землеройных машин возникают дополнительные сопротивления от трения рабочего органа по грунту, от призмы волочения, образующейся перед ковшом или отвалом, и сопротивления, связанные с процессом продвижения грунта при заполнении ковша грунтом. В зависимости от положения режущего инструмента в грунтовом массиве различают следующие разновидности

сти резания: заблокированное, с двумя поверхностями бокового среза, полублокированное и свободное (именно достижение свободного резания взято за основу предложенного нами нового рабочего органа).

Вместимость ковшей драглайна, прямой лопаты и ковшовых каналочистителей можно определить по приближенным корреляционным зависимостям полученным на основании исследований и испытаний рабочих органов. Эти зависимости, в исследованиях Д.И. Федорова, связывают между собой рабочие усилия, действующие в процессе копания, и емкость (вместимость) ковша. Зависимость между наибольшим тяговым усилием $P_{т\max}$ и вместимостью q (м³) ковшей драглайна и каналочистителя имеет вид:

$$P_{т\max} \approx 5,59q - 0,061q^2, \quad (1)$$

а между средней величиной тягового усилия $P_{т\text{ср}}$ и вместимостью ковша

$$P_{т\text{ср}} \approx 3,21q - 0,014q^2 \quad (2)$$

Эти приближенные формулы используются для определения вместимости ковшей в диапазоне от 0,25 до 18 м³, но эти зависимости не учитывают толщину стружки, плотность и влажность грунта, их влияние исследовано при экспериментах.

Среднее значение тягового усилия $P_{т\text{ср}}$ характеризует энергоемкость процесса копания и наполнения ковша на всем участке пути копания и средний режим работы двигателя. Зная для данного экскаватора расчетную величину на большего тягового усилия, можно определить требуемую вместимость ковша. окончательном виде после решения относительно q (м³) формула (1) для определения вместимости ковша ковшей, исходя из наибольшей расчетной величины тягового усилия $P_{т\max}$ (кН), будет иметь вид:

$$q \approx 45,6 - \sqrt{2090 - 16,5P_{т\max}} \quad (3)$$

В работах Д.И. Федорова и других авторов большое внимание уделено определению основных параметров рабочих органов отвального типа и ковша вогнутого типа криволинейной формы. А вопросы определения основных оптимальных параметров ковшей каналочистителя прямоугольной формы движущихся

ю оси канала в жестких направляющих, т.е. ковша, работающего по схеме рабочий орган – струг, взаимосвязи наполняемости ковша и объема призмы волоения с длиной набора грунта, возможности использования отбойной плиты или других дополнительных устройств для повышения эффективности работы каналоочистителя, были недостаточно исследованы. Именно решению этих задач посвящена диссертация.

В четвертой главе рассмотрены эксплуатационные, экономические, качественные показатели каналоочистительных машин и каналоочиститель с продольным по оси канала движением ковша в жестких направляющих.

Разнообразие естественно-производственных условий не исключает применение на эксплуатационно-ремонтных работах машин различных по технологическим особенностям, производительности и даже качеству выполняемых работ, однако основным критерием выбора той или иной машины все же является стоимость очистки.

Определены стоимость машино-часа различных каналоочистительных машин. Эти данные (в ценах 1998 г.) приведены в таблице 3.

Стоимость машино-часа работы каналоочистительных машин

Таблица 3

Наименование машины	Балансовая стоимость, руб.	Услов. скор. выполн. ремонта, км/ч	Годовые затраты		Суммарн. экспл. затраты на час работы, руб.	Стоимость машино- часа, руб.		
			Амортизация, %	Ст. амортиз. в год, руб./год		Годовая загрузка машины, ч		
						50	300	900
МР-14 (ДТ-75)	130000	0,60	16	20800	24,55	440,5	93,8	47,6
МР-16 (Т-170Б)	360000	0,50	16	57600	31,01	1183,0	223,0	95,0
КМ-82 (ЮМЗ)	117000	0,10	16	18720	23,95	398,3	86,3	44,7
РР-303 (ДТ-75Б)	95000	0,25	16	15200	22,90	326,9	73,5	39,7

Отнесем все эксплуатационные затраты на 1 га осушенной площади. Такой удельный показатель более полно отражает приоритет машин по сравнению со стоимостью 1 м³ удаленных наносов или стоимостью 1 км очищенного кана-

ла, позволяя учесть годовую загрузку машин и сопоставить доходы от продаж выращенной с одного га сельхозпродукции с расходами на меллиорацию.

Расчетные зависимости стоимости эксплуатационных затрат показаны рисунке 1. Протяженность каналов, а значит объемы очистных работ, определены на основании средних данных Нечерноземной зоны России.

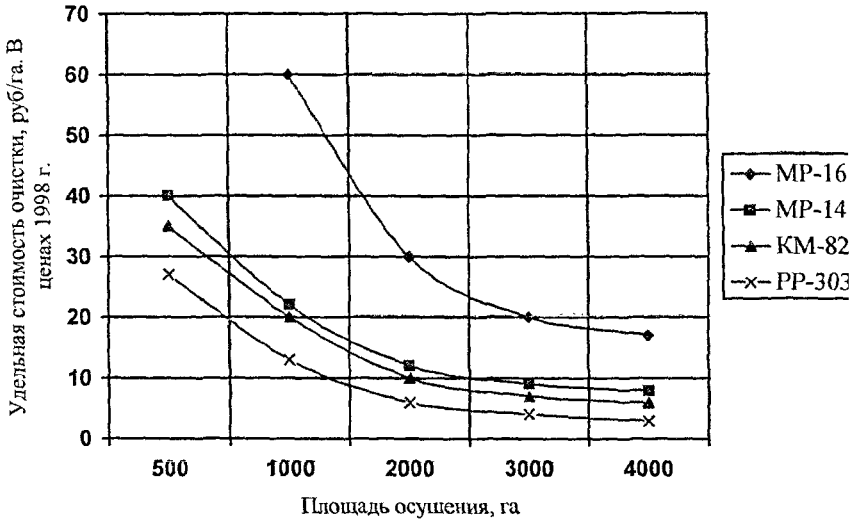


Рис. 1. Удельные затраты на 1 га осушенной площади при проведении очистных работ на системах, осушаемых закрытым дренажом при периодичности проведения текущих ремонтов 1 раз в три года.

На графиках рассмотрены системы площадью от 500 до 4000 га. Обращает на себя внимание значительная разница в удельных затратах при использовании машин на площадях до 1000 га и более 3000 га. Это объясняется более резким, на больших площадях, снижением затрат на амортизацию по сравнению с долей прямых затрат на эксплуатацию машины (зарплата, топливо, смазка, ремонтные работы, запчасти, сменная оснастка и др.). Из графиков также видно, преимущество, в стоимости проводимых очистных работ, каналостроителя РР-303 с продольным движением ковша в жестких направляющих. Р

ница в затратах по сравнению с другими типами машин, а именно МР-14 и КМ-82 составляет 40...60%.

1. Каналоочистительная техника, поставленная на производство за последние 20...25 лет достаточно разнообразна и работоспособна. Однако практика использования этих машин на операциях по очистке дна каналов (текущие ремонты) и, проведенные в более позднее время многочисленные контрольные и приемочные испытания машин позволяют установить некоторые приоритеты.

В первую очередь это типы рабочих органов, которые можно классифицировать: по наибольшей универсальности - к ним относятся ковшовые машины и, в первую очередь одноковшовые экскаваторы; по наибольшей производительности - к этой группе машин следует отнести каналоочистители с многоковшовыми и фрезерными рабочими органами; по наименьшим капитальным затратам - здесь первое место за фрезерными машинами; по наилучшему качеству выполняемых работ на очистке дна каналов, бесспорно, выделяются каналоочистители с продольным движением ковша в жестких направляющих. Качественный уровень этих машин приближается к ручным работам, производимых русловыми ремонтерами. Между тем известно, что многие каналы проводящей сети, построенные 40...60 лет тому назад, обслуживание которых осуществлялось русловыми ремонтерами, функционируют без капитальных ремонтов до последнего времени. Это означает, что аналогичных результатов можно добиться при применении, например, каналоочистителя РР-303, что даст огромную экономию за счет продления срока службы каналов на осушенной площади.

2. Технологические возможности машин, хотя и являются существенными, но далеко не единственными факторами, влияющими на приоритетный выбор машин для той или иной осушительной системы. На окончательный выбор будет влиять совокупность всех технико-эксплуатационных и экономических показателей каждой из машин, наложенные на естественные и производственные условия объектов осушения, что и будет определено в дальнейшем.

3. Придавая особое значение такому фактору, как качество выполняемых работ все показатели машин с продольной очисткой каналов были проверены и результатам полевых испытаний каналоочистителя РР-303.

В пятой главе проведено экспериментальное исследование процесса копания. Цели экспериментальных исследований :

1. Определение усилий копания при работе модели ковша каналоочистителя для последующего установления вместимости ковшей в натуральную величину используя теорию моделирования.

2. Определение оптимальных геометрических параметров ковшей и связей с вместимостью и длиной набора грунта, а также причины использования места установки отбойной плиты.

3. Обоснование режимов работы каналоочистителя исходя из условий работы при соответствующих толщинах стружки и ширине дна каналов.

При планировании и проведении исследований был использован метод лабораторного эксперимента, который позволяет проводить испытания в любое время года с уменьшенной в несколько раз физической моделью, без моделирования и с моделированием физико-механических свойств среды; при этом возможен последующий пересчет лабораторных данных применительно к натуре.

Программа экспериментальных исследований включала проведение лабораторных испытаний моделей и натуральных образцов конструкции рабочего органа каналоочистителя с использованием теории моделирования. Программой экспериментальных исследований предусматривалось выполнение следующих работ:

1. Определение реакций грунта на рабочий орган (ковш) и на уменьшенную в 2,5 раза модель.

2. Определение зависимости наполняемости ковша от его хода при определенной толщине стружки.

3. Выбор основных параметров ковша на основании полученных результатов испытаний и увязка их с ходом ковша и толщиной стружки.

Исследования физической модели рабочего органа каналоочистителя с целью получения необходимых данных для теоретических выкладок был использован грунтовый лоток со специальной тележкой в лаборатории кафедры меллиоративных и строительных машин МГУП. Для решения задачи по выбору режимов работы ковша каналоочистителя, обеспечивающих минимальные энергозатраты и максимальную техническую производительность при установленной отбойной плите и минимальном ходе, необходимо определить зависимость между наполняемостью ковша и его ходом. Объектом исследования в нашем случае является ковш каналоочистителя. В общем виде математическое описание процесса представляется зависимостью:

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_1X_2, \quad (4)$$

где Y – оценка значений функции отклика, b_0, b_1, b_2, b_3 – оценки коэффициентов уравнения регрессии. Оценки Y и b_i имеют практическую ценность только тогда, когда они будут состоятельными, эффективными, несмещенными и достаточными. В нашем случае использована матрица планирования полного двухфакторного эксперимента (т.е. $m = 2$; $2^2 = 4$, количество опытов равно четырем, таблица 4), в качестве переменных факторов будут: X_1 – толщина стружки (см); X_2 – влажность грунта (%).

Основные характеристики плана многофакторного эксперимента 2^2 Таблица 4

Уровень факторов	X_1 (см)	X_2 (%)
Базовый	6,0	17 (16...17)
Верхний	8,0	20 (19...20)
Нижний	4,0	12 (12...13)

Испытания проводились с моделью ковша уменьшенной в 2,5 раза и ее параметры таковы: $V_m = 0,014 \text{ м}^3$; $b_m = 0,16 \text{ м}$; $h_m = 0,23$; $L_m = 0,32 \text{ м}$. Для того чтобы иметь возможность наблюдать наполнение ковша, одна его боковая стенка изготовлена из оргстекла. Для определения усилий копания использовались тензодатчики, установленные на раме с моделью, от которых сигнал поступает к

усилителю и далее к самописцу. Максимальный масштабный коэффициент K_1 2,5 при приближенном физическом моделировании определен (по Баловне В.И.) предельно допустимым минимальным объемом грунта, взаимодействующего с оборудованием ($\Delta V = 200 d^3$, где d – размер фракции грунта), и точностью методов измерения. Величины $Y_{иср}$ и S_y^2 найдены из трех параллельных опытов (табл.5).

План многофакторного эксперимента 2^4 и результаты опытов

Таблица

№	X_0	X_1	X_2	$X_1 X_2$	$Y_{ит}$	Y_E	Y_B	$Y_{иср}$	S_y^2
1	+	-	-	+	2,375	2,413	2,460	2,416	1,816
2	+	+	-	-	2,669	2,701	2,763	2,711	2,285
3	+	-	+	-	2,401	2,473	2,475	2,450	1,807
4	+	+	+	+	2,680	2,773	2,916	2,790	2,058

После того как проведена оценка значимости коэффициентов регрессии помощью критерия Стьюдента, уравнение регрессии (рис. 2) примет вид:

$$Y = 2,59 + 0,15 X_1 \quad ($$

Проверка гипотезы об адекватности результатов эксперимента получена по уравнению регрессии осуществлена по F – критерию Фишера, в результате которой установлено что уравнение адекватно описывает процесс.



Рис. 2. Зависимость усилия копания от толщины стружки в заданных пределах при влажности $W = 12\%$ и прочности $C = 3$ уд.

На основе результатов экспериментальных исследований т.е. после отщепления усилий копания для модели и пересчета их на натуре, установле

местимости ковшей 0,25; 0,30 и 0,40 м³ (табл. 6), далее исходя из того что ширина по дну у большинства осушительных каналов (см. глава I) лежит в пределах 0,4...0,6 м соответственно установлена ширина ковшей 0,4; 0,5 и 0,6 м. Толщина стружки определена по средним значениям толщины паносов на дне осушительных каналов. Поскольку вместимость и ширина ковшей определены, то остается обосновать и выбрать длину и высоту.

Параметры ковшей каналоочистителя

Таблица 6

Вместимость, м ³	Ширина ковша, м	Толщина снимаемой стружки, м	Требуемый ход ковша для его заполнения, м	Длина ковша, м	Высота ковша, м
0,25	0,4	0,10	6,25	1,010	0,61
		0,20	3,12		
		0,30	2,0		
	0,5	0,10	5,0	1,010	0,495
		0,20	2,5		
		0,30	1,6		
0,6	0,10	4,2	1,010	0,412	
	0,20	2,1			
	0,30	1,4			
0,30	0,4	0,10	7,5	1,075	0,697
		0,20	3,7		
		0,30	2,5		
	0,5	0,10	6,0	1,075	0,558
		0,20	3,0		
		0,30	2,0		
0,6	0,10	5,0	1,075	0,465	
	0,20	2,5			
	0,30	1,6			
0,40	0,4	0,10	10,0	1,180	0,847
		0,20	5,5		
		0,30	3,3		
	0,5	0,10	8,0	1,180	0,677
		0,20	4,0		
		0,30	2,6		
0,6	0,10	6,6	1,180	0,564	
	0,20	3,3			
	0,30	2,2			

Длина определена по известной формуле Н.Г. Домбровского:

$$L = 1,46 \sqrt[3]{q}, \quad (6)$$

где q – вместимость ковша м^3 . Но в связи с тем, что каналочиститель может работать с различными типами грунтов формула (5) претерпела небольшие изменения касающиеся типов грунтов:

$$L = 1,40 \dots 1,52 \sqrt[3]{\frac{q}{k}},$$

где k – глины – 0,80... 0,90; пески – 0,90... 0,95.

Длина и высота ковшей для соответствующей вместимости уточнены экспериментально, благодаря возможности наблюдения образования призмы волочения и наполнения внутри модели ковша через прозрачную боковую стену (табл. 6). Высота ковша ограничена тем, что при копании в определенный момент наполнение по высоте прекращается и перед ковшом образуется призма волочения.

В результате проведенных технологических исследований получены зависимости (рис. 3) объема призмы волочения и наполняемости ковша от его x (длины набора грунта) при различной толщине стружки.

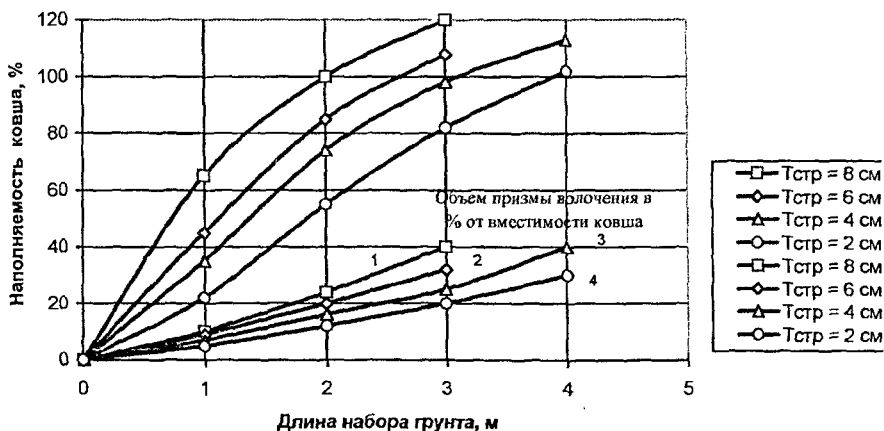


Рис. 3. Зависимости объема призмы волочения и наполняемости ковша каналочистителя от длины набора грунта при влажности $W = 10\%$ и прочност $C=3$ уд.

В ходе экспериментов установлено, что перед ковшом при копании образовывается призма волочения. Используя зависимости (рис. 3) можно выбрать и обосновать режимы работы каналочистителя, помимо того определить место установки отбойной плиты для полного заполнения ковша при минимальном ходе. К примеру, по зависимостям при толщине стружки 8 см и длине набора грунта 1,57 м наполняемость ковша равна 90%, а объем призмы волочения при той же длине равен 20%, тем самым, установив отбойную плиту именно на этом расстоянии S от ковша, можно достичь полное наполнение ковша и даже появление “шапки” объемом 10... 15% от вместимости ковша. Аналогично определяется расстояние S для соответствующих толщин стружки.

Также на основе проведенных экспериментальных исследований предложено новое техническое решение ковша каналочистителя. Предлагаемый ковш каналочистителя включает днище с режущей кромкой, боковые стенки, заднюю стенку, причем перед ковшом в плоскости боковых стенок установлен дополнительный рабочий орган выполненный в виде дисков с возможностью свободного вращения вокруг своей оси; диски жестко связаны посредством кронштейнов с боковыми стенками. Такое конструктивное решение ковша позволяет повысить качество и производительность за счет уменьшения тяговых сопротивлений использованием дисков, с помощью которых достигается свободное резание. При работе нового ковша толщина стружки должна быть меньше радиуса дисков.

В шестой главе проведен расчет экономической эффективности от внедрения нового ковша с оптимизированными параметрами по сравнению с базовым рабочим органом.

1. Выявлено назначение и область применения новой техники (НТ) т.е. ковш с дисками. Главные показатели каналочистителя это высокая производительность и качество работ.

2. Для сравнения в качестве базисного варианта принят каналочиститель на гусеничном ходу РР-303.

3. Выявлены конструктивно-эксплуатационные особенности новой техники (НТ). Целью создания нового рабочего органа каналаочистителя является улучшение технико-эксплуатационных показателей путем повышения производительности и надежности. Для реализации поставленных задач намечены следующие мероприятия по улучшению конструкции:

а) применение базового трактора с уширенными гусеницами с целью увеличения устойчивости каналаочистителя;

б) применение для очистки дна каналов новых ковшей с дополнительными рабочими устройствами, предложенных в данной работе, с целью уменьшения тяговых сопротивлений и соответственно увеличения производительности;

в) сокращение продолжительности рабочего цикла с новым ковшом до 50 с

В ходе экономического расчета для базовой и новой техники определены годовая эксплуатационная производительность; цена единицы конечной продукции, производимой каналаочистителем; количество машино-часов работ каналаочистителя; годовые текущие издержки потребителя. И на основе этих данных определен прирост экономического эффекта за счет использования нового ковша каналаочистителя 16076,2 рубля в год.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

1. В процессе испытаний подтверждено главное достоинство каналаочистителя РР-303 – высокое качество работ. Речь идет не только о проведении каких либо доделочных операциях, но и о значительном продлении сроков службы каналов до капитального ремонта. Выявлены преимущества в стоимости проводимых очистных работ каналаочистителя РР-303 с продольным движением ковша в жестких направляющих. Разница в затратах по сравнению с другими типами машин, а именно МР-14 и КМ-82 составляет 40...60%.

2. Определены максимальные усилия копания для модели ковша каналаочистителя при различных толщинах стружки с последующим пересчетом их и

атуру, используя теорию физического моделирования. И на основе этих данных установлены вместимости ковшей.

3. Определены основные оптимальные параметры ковшей каналоочистителя (ширина, длина и высота).

4. Подтверждена и необходимость в установке отбойной плиты, что, безсловно, будет способствовать лучшему наполнению ковша, и исключит просыпание грунта в момент его подъема. Все это, несомненно, влияет на производительность.

5. Определены зависимости наполняемости ковша и объема призмы волочения от длины набора грунта, на основании которых можно определить место установки отбойной плиты.

6. На основании проведенных экспериментальных исследований предложено новое техническое решение рабочего органа каналоочистителя – ковш с использованием дисков для достижения свободного резания, что позволит значительно снизить тяговые сопротивления. Помимо того диски разрезают растительность и тем самым повышают наполняемость ковша.

7. Для очистки существующих осушительных каналов с шириной по дну 100 и 600 мм целесообразно применять каналоочиститель РР-303 с оптимизированными параметрами и дополнительными устройствами предложенными в данной работе, за счет которых можно снизить сопротивления резанию и увеличить качество проводимых работ (т.е. приблизить параметры дна каналов к конструктивным).

Основные положения диссертации изложены в следующих статьях:

1. Методика проведения лабораторных исследований по определению основных параметров ковша каналоочистителя. МГУП –М.: 1997 г., с. 148.

2. Обоснование геометрических параметров ковша каналоочистителя РР-303. МГУП -М.: 1998 г., с. 168.

3. Обоснование геометрических параметров ковшей каналоочистителя продольной очисткой дна каналов. МГУП -М.: 1999 г., с. 136.
4. Положительное решение на патент РФ. Суриков В.В., Абдулмажид Х.А. “Ковш каналоочистителя” № 99108582/03 (009269).-М.: ФИГПС, 1999 г.
5. Повышение эффективности работы ковша каналоочистителя. МГУП. М.: 2000 г., (в печати).