

На правах рукописи

Сулейманов Сулейман Абдулвахидович

***к***

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЩЕЛЕВАНИЯ ПОЧВЫ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ ДАГЕСТАН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РА­БОЧЕГО ОРГАНА АВТОКОЛЕБАТЕЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ**

Специальность 05.20.01 -Технологии и средства

механизации сельского хозяйства

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук

Саратов 2004

Работа выполнена в Дагестанской государственной сельскохозяйствен­ной академии.

**Научный руководитель:**

Кандидат технических наук, доцент Плещков Евгений Николаевич

**Официальные оппоненты:**

Доктор технических наук, профессор Слюсаренко Владимир Васильевич  
Кандидат технических наук Романов Александр Сергеевич

**Ведущая организация:**

Дагестанский научно-исследовательский институт сельского хозяйства.

Защита диссертации состоится

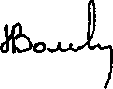
***2.1 м<аь***

в 12" часов на заседании

диссертационного совета Д 220.061.03 при ФГОУ ВПО «Саратовский госу­дарственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова» по адресу: 410056, г. Саратов, ул. Советская, 60, ауд.№325.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке университета.

Автореферат разослан 2004 года.



Ученый секретарь диссертационного совета

Волосевич Н.П.

**з**

**ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

Актуальность темы. Важнейшей отраслью сельскохозяйственного про­изводства Дагестана является животноводство. Более половины населения республики работают в этом направлении. Однако нерациональное использо­вание земельных ресурсов привело к недостатку кормовой базы и снижению урожая сельскохозяйственных культур.

Данная проблема усугубляется и природно-климатическими условия­ми, а именно сложный рельеф местности с многочисленными горами и час­тыми ветрами. При этом эрозионно опасный ветер дует на протяжении 120 дней в году, в результате за год с одного гектара плодородной почвы выдува­ется около 24 т пыли. Так же необходимо отметить и огромный смыв плодо­родного слоя почвы в результате снеготаяния. Все это приводит к снижению плодородия почвы и как следствие снижению урожая сельскохозяйственных культур, что в современных экономических условиях приобретает огромное значение. Следовательно, зашита почв от эрозии - одна из острейших про­блем земледелия республики Дагестан.

Одним из основных агротехнических приемов защиты земель от ветро­вой и водной эрозии, а так же повышения урожая сельскохозяйственных культур является щелевание почвы. Эффективность щелевания состоит в по­вышении водопроницаемости и, как следствие, увеличении водоаккумули-руюшей способности почвы в период дождей и весеннего снеготаяния. В ре­зультате происходит лучшее перераспределение влаги в почвенном профиле, повышается отдача от удобрений и улучшается экологическая ситуация: Все это способствует увеличению урожая сельскохозяйственных культур, напри­мер, люцерны до 20-30 *%.*

В настоящее время используются щелеватели с пассивным рабочим ор­ганом. Однако данные щелеватели обладают существенным недостатком -большим тяговым сопротивлением. В современных экономических условиях, когда встает вопрос об экономии топливо-энергетических ресурсов недоста­ток щелевателей с пассивным рабочим **оргапоч 'ФиУ&^|йУ^НййіІвенно** но"

вое значение. **БИБЛИОТЕКА 1**

**СПтр%рг *2l/£***

4

В связи с этим необходимо создание новых рабочих органов щелевате-

лей с высокой производительностью, меньшей энергоемкостью и улучшен­ными агротехническими показателями.

Цель работы. Повышение эффективности технологического процесса щелевания путем совершенствования технологии и конструкции рабочего органа автоколебательного действия.

Объект исследования - процесс взаимодействия рабочего органа щеле-вателя с почвой.

Методика исследований предусматривала теоретическое обоснование конструкции и параметров рабочего органа гцелереза работающего в режиме автоколебаний.

Теоретические исследования выполнялись на основе известных поло­жений, законов и методов классической механики и математического анали­за. С целью проверки достоверности основных положений теории проводи­лись экспериментальные исследования в лабораторных и полевых условиях с применением современных средств измерения и обработки полученных ре­зультатов. Экспериментальные исследования проводились с использованием методов тензометрирования с последующей обработкой результатов при по­мощи законов математической статистики с применением ЭВМ

Научная новизна заключается в разработке нового рабочего органа ав­токолебательного действия при щелевании почвы. Обоснованы рациональ­ные параметры и режимы функционирования рабочего органа, дана сравни­тельная оценка энергоемкости и качества щелевания почвы новым рабочим органом и серийным.

Практическая ценность работы и реализация результатов исследования

На основании исследований разработана новая конструктивная схема рабочего органа щелереза автоколебательного действия, а также получены аналитические уравнения для расчета конструктивно-кинематических его па­раметров.

Результаты-теорегаческих и экспериментальных исследований могут быть использованы научно-исследовательскими институтами, конструктор-

**5** скими бюро и машиностроительными заводами при разработке почвообраба­тывающих машин. Производственный образец рабочего органа щелереза ав­токолебательного действия испытан на полях СПК «Дружба» Казбековского района республики Дагестан и на полях КФХ «Лавина» и «Эксперимент» Питерского района Саратовской области.

Апробация. Результаты исследований по анной теме ежегодно докла­дывались в период с 2001 по 2003 гг. на научно-технических конференциях профессорско-преподавательского состава ФГОУ ВПО «Саратовского госу­дарственного аграрного университета им. Н.И. Вавилова», на международной научно-практической конференции (Пенза, 2004), на расширенном заседании кафедры "Теоретическая механика и ТММ" в 2004 г.

Публикации. Основные положения диссертации изложены в 5 работах, в том числе 3 статьи депонированы в ВИНИТИ, 1 в сборнике научных тру­дов, в 1 информационном листке. Общий объем публикаций составляет 3,5 п.л., из которых 2,8 п.л. принадлежит лично соискателю.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 4 глав, общих выводов, списка литературы и приложений. Диссертация изло­жена на 144 страницах текста, содержит 11 таблиц, 51 рисунок, приложения (документы о проверке и внедрении результатов исследования). Список ли­тературы включает 104 наименований, в том числе 5 на иностранном языке.

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

Во ***"Введении****"* обоснована актуальность выполненной работы и изло­жены основные научные положения, которые выносятся на защиту.

В первой главе *"Состояние вопроса, цель и задачи исследования"* дан анализ почвозащитных агротехнологий применяемых для борьбы с вод-вой и ветровой эрозией в республики Дагестан.

Изучение литературных материалов по проведению почвозащитных агротехнологий доказало, что наибольший эффект достигается путем щеле-вания почвы поперек склона при различной его крутизне. В настоящее время

6

наибольшее широкое распространение получили щелеватели пассивного действия, как наиболее надежные, универсальные машины. Однако их при­менение часто сдерживается за счет их высокого тягового сопротивления, особенно на тяжелых почвах.

Изучая конструкции щелерезов выявлено, что все направления и мо­дернизации существующих рабочих органов направлены на изыскание новых конструкционных материалов, форм, геометрических параметров рабочих органов без дополнительного привода и активизирование рабочего процесса шелевания с использованием различного вида и типа действия вибраторов. Но при использовании вибраторов эффективная скорость движения машин ограничивается до 0,3 м/с, следовательно, производительность агрегатов ма­ла по сравнению с щелевателями пассивного действия.

Проведенный анализ работ по исследованию процесса рыхления почвы показывает, что скорость перемещения рабочего органа сильно влияет на его сопротивление рыхлению. Рассмотренные аналитические зависимости дина­мики процесса взаимодействия рабочего органа почвообрабатывающей ма­шины с почвой не в полной мере отражают данный процесс, так как не учи­тывают, что рыхление почвы - колебательный процесс.

В связи с этим активизация процесса шелевания почвы возможна на ос­нове использования динамики взаимодействия упругозакрепленного щелере-за с почвой. Возникающие при резании почвы автоколебательные движения подвижной части режущего органа могут способствовать снижению тягового сопротивления и повышению качества прорезаемой щели.

В соответствии с поставленной целью диссертации и на основании ана­лиза литературных материалов определены следующие задачи:

1. Разработать конструкцию щелевателя с рабочим органом автоколе­бательного действия.
2. Теоретически определить геометрические параметры рабочего орга­на и силовые характеристики взаимодействия рабочего органа с почвой с наилучшими тяговыми показателями. Определить характеристики колебания в процессе щелевания почвы.

7

1. Выполнить лабораторно-стендовые исследования и провести произ­водственные испытания.
2. Определить технико-экономическую эффективность применения ще-левателя с рабочими органами автсколебательного действия.

Во второй главе *"Теоретические исследования щелерезного органа"* рассматриваются вопросы процесса взаимодействия щелерезного рабочего органа с почвой.

Многие ученые, а именно Горячкин В.П., Ветров Ю.А., Кузнецов Ю.А., Домбровский Н.Г., Зеленин А.Н. утверждают, что с увеличением скорости резания почвы происходит резкое возрастание усилия резанию. При резании почвы щелерезом энергия расходуется на деформирование отделяемого слоя и примыкающей к нему части, а также на преодоление сил инерции отде­лившихся кусков и частиц. Эти два процесса протекают взаимосвязано друг с другом. Исходя из этого силу резания при скорости условно можно предста­вить как результирующую двух составляющих:

**Рх=Р+Р,с»Н,** (1)

где Р - сила затрачиваемая на деформирование отделяемого слоя почвы (сила резания), Н; *?„,„ -* дополнительная сила для сообщения движения отделяю­щимся частицам почвы, Н.

При этом силу, необходимую для деформирования отделяемого слоя почвы определим:

**Р=Ро+Рф-»** (2)

где Ро - сила резания при скорости, близкой к нулю, определяемая из условий предельного равновесия почвы, Н; Рфщ - сила, которой учитывается действие физических факторов скорости резания, Н.

В связи с этим на основе принципа независимости действия сил напря­  
женное состояние почвы при резании можно характеризовать выражением:  
**т„=т0+Дт,** (3)

где т„ - предельное сопротивление почвы сдвигу, **МПа;** т0 - предельное каса­тельное напряжение при скорости резания, близкой к нулю, **МПа,** Дт - при­ращение касательного напряжения при увеличении скорости резания, МПа.

**8**

Поскольку почвы имеют трехфазное строение, деформации их связаны

с вытеснением воды из пор, а также с вытеснением и сжатием газовой фазы, поэтому сопротивление деформированию должно зависеть от скорости де­формации определяемой по формуле:

**sin 8  
V^V^(5Te)' <4>**

где **v** - скорость резания, м/с; 5 - угол резания, град; 9 - угол между траекто­рией долота и направлением смещения элементов почвы по поверхности сдвига, град.

Принимая, что сила резанию пропорциональна сопротивлению сдвигу получим силу, необходимую для образования стружки:

P=mvP0, (5)

***my=\+vj\p.*** (6)

Подставляя значение коэффициента (6) получим конечную формулу

влияния скорости деформирования на усилие резанию с учетом физико-механических свойств почвы:

**2 1(1-цП-У)  
^-ЗІ(1-2Й)ЕУ06 ' <7>**

где ц - коэффициент относительной поперечной деформации, аналогичный коэффициенту Пуассона; Е - модуль упругости почвы (динамический), МПа; **а** - напряжение сжатия, **МПа; Уое** - плотность почвы, кг/м3. Скорость резания определим по формуле:

*(п* г- sinScosG^ . -

(8)

*г,* **і г, 2Г sinScosO^**

**PvlPo+YoevFep^^J**

**VP =**

**sin**

(5 +Є)

sin(5 -

где Fq, - площадь сечения среза, м2.

Для доказательства возможности создания рабочего органа работаю­щего в автоколебательном режиме докажем, что резание почвы - колеба­тельный процесс. Для этого представим процесс резания почвы с помощью следующей расчетной схемы, рис. 1.

9

Рабочий орган идеализируется как система, состоящая из приведенной

массы m и упругого звена, имеющего приведенную жесткость С,. Система приводится в действие некоторой силой Р, которая изменяется так. что точка М ее приложения будет все время двигаться с постоянной скоростью V.

-ЛМг-

***,т***

R/VVf

**\*/**

**Рис. 1**. **Схема процесса резания почвы.**

Уравнения движения точки М приложения силы Р и массы m можно записать в виде:

**с,(х,-х2)=р;**

**md2x-,**

**т^--С1(х,-х2) + С2х2=0,** (9)

*6L1*

где CjH *С2 —* соответственно жесткость первой и второй пружины, Н/мм; Xj и х2 - координаты точки М и массы m в направлении резания, мм; m - масса почвы подвергающаяся смятию рабочим органом, кг.

В тоже время путь пройденный точкой М можно определить как про­изведение скорости на время

**x,=vt.** (10)

Подставив его в формулу (9), получим уравнение движение точки М:

**md2x7** Сі **+Cj** С.

**dt m m**

Общее решение этого уравнения ищем в виде

х **=Asin /£L±^t+BcosJ^^t + Dt,** (12)

**V m V m**

где А, **В, D** - коэффициенты, **t** - время, с.

При начальных условиях t=0 будут х2=0; *X=v,* скорость движения-массы m на этапе внедрения в почву

**vC,**

**С, +c,**

**С,**

(13)

**10**

где **со**

"V m

частота колебаний системы.

Максимальное значение силы резания и скорости резания определим по формулам:

**P=R+vC2tom/(C|+C2) или P=R+vC2/co,** (14)

**x2=vC,/(Ci+C2),** (15)

где **R-** сопротивление почвы резанию, Н.

После этого начинается второй этап движения режущего инструмента. Сопротивление почвы резанию падает до нуля, рис. 2. Масса га начинает взаимодействовать с новым элементом почвы, имеющим жесткость С2- При этом дифференциальное уравнение движения массы описывается уравнени­ем:

х2 **+ со2х-,** =— **(vt** + Д,), **m**

(16)

где Л| - начальная деформация упругого звена на первом этапе движения, мм.

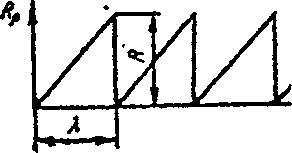


Рис. *2.* Идеализированная зависимость сопротивления почвы от пути резания

Его общее решение ищем в виде

**x2=Asincot+Bcoscot+Dt+E,,** (17)

где Ej - коэффициент.

При начальных условиях t=0; х2=0; Х|=Д| определим коэффициенты уравнения (17)

А=0; В = -

**C,v**

С.Д

**\"1**

**|"1**

**;D=**

**;Е,=**

**с,д**

с,+с2 ct+c2 с,+с2

(18)

**11**

Скорость движения массы m на втором этапе

**С,Д, C,v** *t* **С,Д,**

х-> = *—***r-coscot +** *■* ***1+***——— (19)

С,+С2 С, +С2 С,+С2 *У '*

Максимальная сила резания на втором этапе движения  
**Р=Л+С,Д,/т.** (20)

Рассматривая последнее уравнение необходимо отметить, что макси­мальное значение силы на втором этапе так же как и на первом линейно за­висит от скорости, а скорость в конце второго этапа равна скорости в конце первого этапа из этого следует вывод - резание почвы колебательный про­цесс с периодом колебаний:

***Т=2п1(Л.*** (21)

Из теории колебаний известно, что к автоколебательным относятся системы характеризующиеся наличием следующих основных составных час­тей: постоянного источника энергии; колебательной системы; устройства, ре­гулирующего поступление энергии в колебательную систему из источника энергии; цепи обратной связи между колебательной системой и регулирую­щим устройством.

Применительно к машинам и установкам для разрушения почв, рабо­тающим способом резания, роль источника энергии выполняет тягач и пру­жина. Регулировку подачи энергии в колебательную систему осуществляет процесс резания. Воздействие колебательной системы на почву определяет обратную связь, типичную для автоколебательных систем.

Мы полностью доказали возможность создания рабочих органов поч­вообрабатывающих машин работающих в автоколебательном режиме. Одна­ко необходимо определить геометрические параметры рабочего органа. Так как глубина обработки почв равна 45 см, то ширину щелереза определим по формуле:

**B-R/yJvw,,,** (22)

где R - минимальное усилие резанию, Н; у„ - удельный вес почвы Н/м3; h^ -критическая глубина рыхления, м; v, vp - соответственно скорость движения щелереза и смещения элементов почвы по поверхности сдвига, м/с.

12

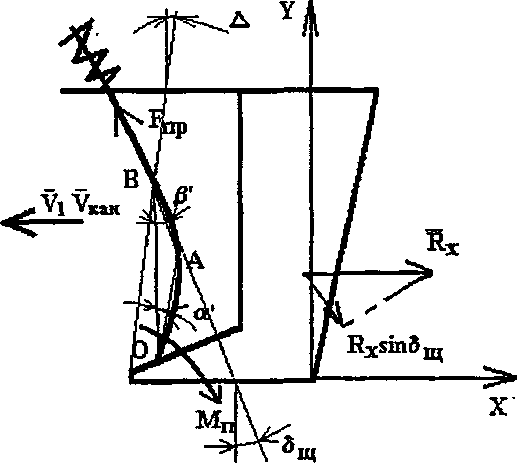
Для того, что бы щелерез работал в автоколебательном режиме на до­лоте одним концом закрепляют канат, а другой конец каната закрепляют на раме через пружинный элемент. Тогда в процессе заглубления щелевателя на канат будет действовать заглубляющий момент Мп, который будет осуществ­лять натяжение пружины.

Рассмотрим данную систему в состоянии равновесия (рис: 3) при этом примем допущение, что криволинейное искривление каната рассмотрим в виде треугольника **ДОАВ."** Момент будет действовать на расстоянии ОВ оп­ределяемым по формуле:

**OB=r=eoACosa'+eABcosP',** (23)

**Рис. 3. Схема для определения силы сжатия пружины.**

где **Соа и Сдв** - длина сторон треугольника **ДОАВ, м; а' и |3'** - углы при соот­ветствующих сторонах треугольника **ДОАВ,** град.



**13**

Искомая равнодействующая по осям координат сила сжатия пружины

определится по формуле:

**(24)**

**М.**

**F =-**

**tosa**

**r + RxsmSw'**

**1 + ц-**

**sin *А10л* sin а'**

***Jl-\rsm3a\***

ще **|і=Соа/Сдв; Мп** - заглубляющий момент, **Нм;** R4 - сила резания канатом, Н; 6Щ - угол резания, град.

Амплитуда колебаний каната определится как

А =

**(25)**

2с 2 **+**

vl

**'кая**

**— 2**

где с — жесткость пружины, **Н/мм;** Fy — возмущающая сила,Н; V| и v,^ - со­ответственно, скорости щелереза и каната, м/с; 9, - коэффициент затухания колебаний.

Период колебаний каната

***2я-т]4пвг* 2Fy**

(26)

Т = ' **кан**

**©г**

***JQ* CVj**

где **й)0** - собственная частота колебаний.

Баланс мощности машины с щелевательным рабочим органом автоко­лебательного действия определим по формуле

**Nu^Npo+Nnep+N^+Np^,** (27)

где **Npo** - мощность, затрачиваемая на перемещение рабочего органа щелере­за автоколебательного действия, **кВт;** Nnep - мощность, затрачиваемая на пе­ремещение базовой машины, **кВт;** Ny, - мощность, затрачиваемая на преодо­ление уклона местности, **кВт; Np^** - мощность, затрачиваемая на разгон ма­шины, кВт.

Мощность, затрачиваемая на перемещение рабочего органа щелереза автоколебательного действия определяется как произведение тягового сопро­тивления R^ и скорости движения **U:**

**Npo=Rpou.** (28)

**14**

Сопротивление рабочего органа Складывается из сопротивлений реза­нию стойкой гцелереза 1^, его долотом 11д и канатом R^:

**Rpo=Rm+Ra+R«aK. (29)**

Так как стойка гцелереза относится к вертикальным элементарным про­филям, то составляющая определится по формуле

Rx =10СуяЬи5(1 + 0,1В^)(1-^-/)Кр{х,

(30)

180"

где СУд - количество ударов ударника ДорНИИ; h - глубина резания, см; Вш -ширина стойки гцелереза, см; 5 - угол резания, град; Кр - коэффициент учи­тывающий угол заострения; ц - коэффициент, учитывающий способ резания.

Сопротивление резанию почвы долотом определим как сумму сопро­тивлений почвы образованию зон упругой и пластической деформации

R^R'+AR, (31)

где R' - сопротивление почвы смятию, Н; AR - дополнительное сопротивле­ние, возникающее у боковых кромок долота, Н.

,(33)

R'=annvsin(aa *+<?„]* Lcoscp,, +2in—(l + tgpsin2aj

**Л**

Ьсовф

2 in-—1

AR = апПуЬзіп(ад + фДі + tgpsin2a^

(32)

где a„ - предел прочности почвы, Па; T|v - коэффициент, учитывающий ско­рость нагружения; ад - угол между рабочей гранью щелереза и направлением движения, град; ф„ - угол отклонения результирующей силы сопротивления почвы от нормали — приведенный угол трения, град; L - длина рабочей грани фаски щелереза, м; С - величина смятия почвы, м; £„ - минимальное смятие почвы, м; р - угол внутреннего трения почвы по почве, р=40°; Вл - ширина долота щелереза, м; *T\v* - коэффициент полноты сдвига, 1^,,,=0,8.

Сопротивление резанию почвы канатом определим по формуле

R«,,=Fp(fcSirKp+sina),

(34)

**15**

где Fp - сила резания канатом, Н; fc - коэффициент трения почвы о сталь; а -

угол между направлением движения и касательной, град; <р - угол между си­лой трения и ее горизонтальной проекцией, град.

Мощность, затрачиваемая на перемещение базовой машины, опреде­лим как:

Nnep=fGcosaup/1000TiM> (35)

где f - коэффициент сопротивления перемещению базовой машины; G - вес базовой машины, Н; a - угол уклона местности, град; ир - рабочая скорость, м/с; *t]v -* механический КПД трансмиссии базовой машины.

Мощность, затрачиваемая на преодоление уклона местности, опреде­лим по формуле:

Nyit=GsinaUp/1000iV (36)

Мощность, затрачиваемая на разгон машины, определим как:

IVrrasM xjUp/1000^^, (37)

где пібч - масса базовой машины, кг; х — коэффициент учета вращающихся масс базовой машины;] - момент инерции вращающихся масс, кгм2

В третьей главе *"Программа и методика экспериментальных иссле­дований "* рассматривается общая и ряд частных методик.

В лабораторных условиях проводились исследования по определению оптимального расположения каната и его параметров, а так же скоростного режима резания почвы.

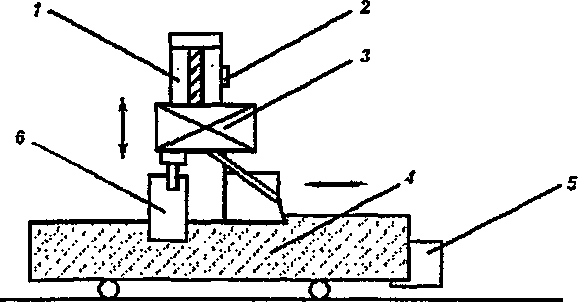
Исследования проводились в комплексе фунтового канала (рис. 4) в котором находилась почва нужного состава и состояния. Лоток канала может перемещаться на катках по направляющим вперед и назад со скоростью от 0,042 м/с до 0,2 м/с, задаваемой гидроприводом.

Сравнительные испытания серийного щелереза и щелереза работающе­го в автоколебательном режиме (оборудованный канатом), проводились в полевых условиях в соответствии с требованиями ОСТ 70.4.1.-80.

Щелерез работающий в режиме автоколебаний, рис. 5, включает в себя раму 1 на которой жестко установлена стойка 2 на конце которой с помощью болтов 3 закреплено долото 4. На конце долота 4 сделано отверстие для кре-

16

пление каната 5. Канат, обвивая зажим 6, крепится в долоте 4, На другом конце каната 5 закреплено натяжное устройство 7, которое крепится с помо­щью гайки 8 через седловые шайбы 9 и пружинный элемент 10 на раме ще-лереза 1. Пружинный элемент выполнен в виде набора цилиндрических пру­жин сжатия, чередующихся по направлению навивки. Канат на стойке закре­плен с предварительным натяжением посредством гайки 8. Данная конструк­ция рабочего органа навешивалась на навеску трактора К-701 в соответствии с теоретическими расчетами, представленными во второй главе.



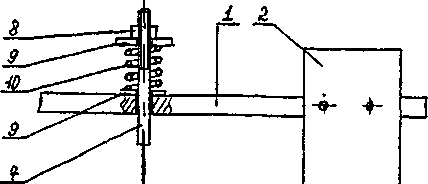
**Рис. 4. Схема экспериментальной установки: I - портал; 2 - пульт управления; 3 - тензомост; 4 - грунтовой канал; *5 -* приводная' станция; 6 - рабочий орган - культиватор.**

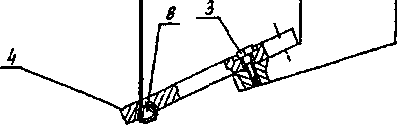
В ходе проведения экспериментальных исследований определяли: плотность почвы (методом режущего цилиндра), ее твердость (плотномером А.Н. Ревякина), глубину обработки и урожай люцерны (метод Д.А. Доспехо-ва. Усилие сжатия пружины и частоту колебаний определяли с помощью тензометрического кольца, по периметру которого были наклеены регистри­рующие датчики.

Измерения при проведении сравнительных тяговых испытаний прово­дились тензометрическим способом с синхронной записью измеряемых ве­личин: крутящих моментов на полуосях трактора, частоты вращения полу­осей, тягового усилия, расхода топлива, частоты вращения путеизмеритель­ного колеса.

**Л**

**17**





**Рис. 5. Схема щелереза автоколебательного действия: 1 - рама; 2 - стойка; 3 - болт; 4 - долото: 5 - канат; 6 - зажим; 7 - на­тяжное устройство; 8 - гайка; 9 - седловая шайба; 10 - пру­жина.**

В четвертой главе *"Результаты экспериментальных исследований и технике-экономические показатели"* приведены данные, полученные в хо­де лабораторно-стендовых исследований и сравнительных испытаний трак­торов "Кировец".

В ходе лабораторных исследований было зафиксировано, что с увели­чением глубины резания сопротивление резанию возрастает по степенной зависимости для серийной стойки в виде **Fp=281,81h R=0,98,** а для. стойки оборудованной канатом **Fp=278,16ha2743 R2=0,98.** Увеличение скорости резания с 0,042 м/с до 0,2 м/с привело к возрастанию сопротивления резанию серийной стойки в горизонте 5 см на 5,5 %, 10 см - 4,4 %, 15 см -6,0 % и 20 см - 2,2 %, тогда как для стойки оборудованной канатом увеличение сопротивления резанию составило соответственно 2,7 %, 6,7 %, 7,5 % и 2,9 %.

**18**

С уменьшением угла резания с 90° до 60° происходит снижение силы

резания от 1,1 до 2,5 % в зависимости от соотношения диаметра каната Д, к ширине стойки Вк, рис. 6. При увеличении угла резания с 90° до 110° проис­ходит к увеличение силы резания с 1,4 до 3,7 % в зависимости от соотноше­ния Дк/Вк. Как видно увеличение угла резания свыше 90° приводит к значи­тельному росту силы резания, что крайне нежелательно. Сила резания начи­нает снижаться при увеличении соотношения Д/Вк от 0 до 0,5 и достигает минимального значения. Дальнейшее увеличение соотношения Д/В, приво­дит к росту силы резания. С увеличением скорости резания сила резания уве­личивается при различных жесткостях пружины. Однако увеличение жестко­сти пружины приводит к снижению силы резания, в частности при увеличе­нии жесткости пружины с 10 Н/мм до 30 Н/мм привело к снижению силы ре­зания при скорости резания 0,042 м/с до 8,1 %, 0,111 м/с до 11,1 % и 0,2 м/с до 17,5%.

Полученные лабораторные закономерности показали соответствие с полевым экспериментом: минимальная сила резания шелерезом будет дости­гаться при условиях диаметр каната должен бьпь равен 10-12 мм, жесткость пружины 90 Н/мм, угол резания 75°, скорость резания до 2 м/с, что полно­стью подтверждено теоретическими зависимостями.

Данные по изменению плотности почвы показали, что в слое 0-20 см, так и в слое 20-40 см плотность почвы после прохода щелевателя автоколебатель­ного действия ниже на 4-8 %, чем после прохода серийного щелевателя, табл. 1.

Стенки щели, полученной экспериментальным щелерезом по сравне­нию с серийным, более прочны, долговечны и эффективнее впитывают и ак­кумулируют влагу по всей глубине, они меньше осыпаются, так как образу­ется меньшая глубина зоны образования рыхлого конуса и меньшая высота прищелевых боковых валиков стенки щели остаются более прочны.

Аналогичная тенденция прослеживается и с твердостью почвы, где так же зафиксировано снижение до 9 % по сравнению с серийным щелерезом. Так же необходимо отметить, что после прохода экспериментального щеле-реза происходит меньшее вспучивание почвы характеризуемое коэффициен-

**19**

том вертикальной деформации, который для серийного щелереза имеет зна­чение равное 0,73, а для экспериментального составляет 0,71. Все это говорит о том, что экспериментальный гцелеватель осугцествляет более качественное гцелевание без разрушение стерни, что позволяет повысить влажность почвы до 11 % по сравнению с серийным.

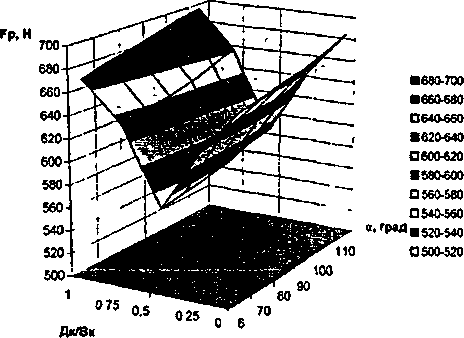


Рис. 6. Зависимость изменения силы резания культиватора оборудо­ванного канатом от соотношения диаметра каната к ширине стойки и угла резания при скорости резания 0,2 м/с и глубине резания 20 см.

**Таблица 1.**

**Плотность почвы (р, г/см3) после прохождения серийного и**

**экспериментального щелерезов**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Наименование** | **Горизонт, см** | **Номер замера** | | | | | | | | | |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10 1** |
| **Контроль** | **0-10** | **1,03** | **1,05** | **1,03** | **0,9»** | **0,97** | **0.98** | **0,98** | **1.01** | **0.98** | **1,00 !** |
| **10-20** | **1,04** | **1,07** | **1,05** | **0,99** | **0,98** | **0,99** | **0,99** | **1,02** | **0.99** | **1.01** |
| **20-30** | **1.11** | **1,10** | **1,00** | **1,07** | **1.07** | **1,06** | **1,05** | **1.10** | **1.07** | **1.11** |
| **30-40** | **1.12** | **1,11** | **1.00** | **1,07** | **1,08** | **1,08** | **1,07** | **1.12** | **1.09** | **1.13 '** |
| **Серийный ше-лерез** | **0-10** | **0,98** | **0,99** | **0.00** | **0,94** | **0,95** | **0,95** | **0.93** | ооо | **0 88** | **0.96** |
| **10-20** | **0,99** | **1,00** | **0.00** | **0,95** | **0,96** | **0.96** | **0.94** | **0.00** | **0.89** | **0,97** |
| **20-30** | **1.05** | **1,07** | **0.00** | **1,04** | **1,02** | **1,02** | **1.01** | **0.00** | **1.02** | **1,02** |
| **30-40** | **1,06** | **1,08** | **000** | **1,05** | **1,04** | **1,04** | **1.03** | **0.00** | **1.02** | **1,02 1** |
| **Щелерез обо­рудованный канатом** | **0-10** | **0,94** | **0,94** | **0,00** | **0,85** | **0,93** | **0,95** | **0.87** | **0,00** | **0,89** | **0,94** |
| **10-20** | **0,95** | **0,96** | **0.00** | **0,85** | **0,93** | **0,96** | **0.88** | **0.00** | **0,90** | **0,95** |
| **20-30** | **1,02** | **1,01** | **0,00** | **0.99** | **1,00** | **1,00** | **1.00** | **000** | **0.98** | **0,98** |
| **30-40** | **1,03** | **1.03** | **000** | **1.00** | **1,02** | **1.01** | **0.99** | **000** | **0,98** | **0.99** |

**20**

Результаты тяговых испытаний, рис. 7 и 8 полностью подтвердили тео­ретические предпосылки в ходе которых было установлено, что усилие реза­нию экспериментальным щелевателем до 10 % ниже чем у серийного, что по­зволило снизить расходуемую мощность и энергоемкость процесса до 5 %.

**і ' *''* *'*—1-^-: аТ^\*""^"-^**

**Rpo.H**

**10000 9000**

**SOOOt**

**7000**

**6000**

**5000**

**4000**

**0.5**

**1,5**

**V, м/с**

**Рис. 7. Зависимость изменения силы резания от скорости резания:  
1 - серийный щелеватель; 2 - экспериментальный щелеватель;  
 - экспериментальная; - теоретическая.**

**Ne, кВт**

**80 60 40 20 0**

**0,5**

*^f^2z*

**1,5**

**v, м/с**

**Рис. 8. Потребляемая мощность двигателя при щелевании почвы  
 - серийным и - экспериментальным щелевателями**

21

Для выявления эффективности использования щелевателя автоколеба­тельного действия были проведены опыты по определению урожая с/х куль­тур в частности люцерны. В ходе которых было зафиксировано, что прибавка урожая после прохода экспериментального рабочего органа составила 4,5 ц/га. При этом годовой экономический эффект составил 15457 рублей при сроке окупаемости капитальных вложений 0,08 года.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. Из анализа почвозащитных технологий республики Дагестан видно, что необходимо проводить мероприятия по регулированию водно-воздушного режима почвы, оптимизации ее физико-механических свойств и структуры. Одним из эффективных методов решения этой задачи является щелевание почвы, применение которого сдерживается значительными расхо­дами, связанными с большой энергоемкостью рабочего процесса. Перспек­тивным направлением в области снижения энергоемкости и повышения каче­ства шелевания является использование рабочих органов автоколебательного действия.
2. Анализируя процесс рыхления почвы, выведены аналитические за­висимости влияния скорости движения рабочего органа на усилия резанию, а так же определена критическая скорость резания с учетом физико-механических свойств почвы.
3. Теоретическое рассмотрение модели процесса резания почвы под­твердило гипотезу - резание почвы колебательный процесс. На основании сделанного вывода разработана конструкция щелереза работающего в авто­колебательном режиме.
4. На основании теоретического исследования формирования и проте­кания автоколебания обоснованы параметры щелереза, а именно при щеле-вании почвы на глубину **h=45** см и ширине рабочего органа В=4 см опти­мальными параметрами являются угол резания каната **5=90°;** соотношение

**22**

диаметра канала Дк к ширине стойки щелереза Вщ Д,/Вщ=0,5; частота колеба­ний 6-12 Гц; амплитуда колебаний до 2,5 мм; жесткость пружины с=90 Н/імм.

1. Для подтверждения теоретических зависимостей были проведены лабораторные и полевые исследования в ходе которых было установлено, что снижение энергоемкости процесса щелевания рабочим органом автоколеба­тельного действия составило 5,5 %, снижение плотности и твердость почвы после прохода экспериментального щелереза в горизонтах 0-20 см и 20-40 см составило 4,1 % и 8,6 %, 8,2% и 9,3 % соответственно по сравнению с серий­ным щелевателем. В результате улучшения качества прорезаемой шели за счет уменьшения критической глубины резания на 3,5-4 см увеличивается ее долговечность и функциональная способность. Это приводит к увеличению влагозапаса почвы до 11,5 % и как следствие повышению урожая сельскохо­зяйственных культур, в частности люцерны на 5-8 %.
2. Годовой экономический эффект от применения щелевателя с рабо­чими органами автоколебательного действия при годовой загрузке 200 ч со­ставляет 15457 руб., а срок окупаемости дополнительных капиталовложений составляет 0,08 года.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНЫ В СЛЕДУЮЩИХ РАБОТАХ:

1. Сулейманов С.А., Плешков Е.Н. Полевые исследования плоскореза ра­ботающего в режиме автоколебаний. Депонирована в ВИНИТИ №353-2004,21с.

1. Сулейманов С.А., Плешков Е.Н. Формирование и протекание автоко­лебаний щелереза автоколебательного действия. Депонирована в ВИ­НИТИ №355-2004,15с.
2. Сулейманов С.А. Плешков Е.Н. Лабораторные исследования культива­тора работающего в режиме автоколебаний. Депонирована в ВИНИТИ №354-2004, 14с.

**23**

Сулейманов СА Экономическая оценка эффективности использования трактора «Кировец» при щелевании почвы щелевателем автоколеба­тельного действия // Современные проблемы развития регионального АПК: Сборник научных трудов. - Дагестанская ГСХА - Махачкала, 2004,сЛ22-124.

Плешков Е.Н., Сулейманов СА Щелерез автоколебательного дейст­вия. Информ. листок, Саратовский ЦНТИ№ 13-2004.

Подписано в печать 21.04.2004 Формат 60x84/16

Бумага писчая. Печать офсетная. Уч.-изд. л. 1.0

Тираж 100 Заказ \*55

Подразделение оперативной полиграфии Саратовского ЦНТИ, 410012 г.Сратов. ул. Московская, 35

**p-8561**