

Министерство Сельского Хозяйства и продовольствия

Российской Федерации

Московский государственный университет природообустройства

УДК 631.3 : 631.6

На правах рукописи

РГБ ОА

24 ИЮЛ 2000

ЗИНОВЬЕВ ВАЛЕРИЙ ВИКТОРОВИЧ

ОБОСНОВАНИЕ И ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ И РЕЖИМА
РАБОТЫ КУСТОРЕЗОВ С ПАССИВНЫМИ РАБОЧИМИ
ОРГАНАМИ.

Специальность 05.20.04 – сельскохозяйственные и
мелиоративные машины

Автореферат
диссертации на соискание учёной степени
кандидата технических наук

Москва 2000

Работа выполнена в Московском государственном университете природообустройства.

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

Официальные оппоненты: доктор технических наук,
член корреспондент РИА, профессор
З. М. Маммаев;
кандидат технических наук, профессор
М.А. Кульчев

Ведущая организация – АООТ “МОСМЕЛИОРАЦИЯ”

Защита диссертации состоится « 6 » июня 2000 г.
на заседании диссертационного совета К.120.16.02. по присуждению учёных 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» апреля 2000 г.
Учёный секретарь специализированного совета,
кандидат технических наук



Т. И. Сурикова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Важнейшим мероприятием по увеличению площадей для выращивания сельскохозяйственных культур является возвращение в оборот вторично закустаренных земель и освоение новых площадей. В связи с этим Федеральной программой стабилизации и развития инженерно-технической сферы АПК на 1996...2005г.г. предусмотрено провести культуртехнические работы на площадях более 350 тыс. га. А в дальнейшем к 2010 году предстоит выполнить работы на площади 2235 тыс. га по освоению закустаренных и вторично заросших земель.

Существующие средства механизации для удаления древесной растительности не в полной мере способствуют сокращению сезонности и повышению качества мелиоративных работ, сокращению сроков освоения и ввода новых земель в сельскохозяйственный оборот. Сложившееся положение объясняется, главным образом, отсутствием эффективных машин для срезания кустарника и мелколесья.

Цель и задачи исследований. Целью работы являлось исследование механических свойств древесины стволов кустарников и как следствие разработать конструкцию нового рабочего органа кустореза с пассивным рабочим органом, способного значительно повысить производительность и качество выполняемых работ.

Задачами работы являлись:

- анализ существующих средств механизации для освоения закустаренных земель и выбор перспективного рабочего органа кустореза;
- анализ существующих теорий резания металлов древесины и сельскохозяйственных растений, а также физических теорий резания;
- анализ физико-механических свойств древесины кустарников в зависимости от характера прилагаемой силы и других факторов;
- исследование процесса резания стволов кустарника на лабораторной установке в зависимости от температуры, от угла резания и от вида исследуемой древесины;
- анализ процесса резания ножом нормально произрастающего кустарника и разработка новой конструкции кустореза с пассивным рабочим органом.

Методика и объекты исследований. На основе анализа технологии и средств механизации для освоения закустаренных земель делается вывод о необходимости разработки кустореза с пассивным рабочим органом, как наиболее простого и надёжного по конструктивным соображениям и высокопроизводительного агрегата хорошо пригодного для работы на вторично закустаренных площадях. Далее гипотеза проверялась теоретическими и экспериментальными исследованиями. Исследования в лабораторных условиях проводились на специальном стенде для получения дополнительных данных о свойствах стволов кустарников подлежащих срезке, в производственных условиях - на строящихся мелиоративных объек-

Московской области с использованием в комплексе с серийно изготавливаемыми машинами.

Для замеров силовых и энергетических показателей использовалась современное компьютерное оборудование американских фирм, обработка результатов измерений производилась с применением математических методов и новейших компьютерных программ.

Научная новизна. Впервые обоснована принципиальная схема пассивного рабочего органа кустореза со ступенчатыми ножами. Новыми результатами работы являются: аналитические зависимости удельной работы необходимой для срезания стволов кустарников с диаметром стволов 1,6...2,5 см от температуры и угла срезания.

Апробация. Основные положения научно-исследовательской работы рассматривались на: научно-практической международной конференции в г. Брянске (1999г.), научной конференции в Московском государственном университете природообустройства (1999г., 2000г.), заседании кафедры Мелиоративных и строительных машин (2000г.).

Реализация работы. По результатам исследований, для срезания стволов кустарника разработана оригинальная конструкция ножей ступенчатой формы. Разработана оригинальная компоновка специальных насадок для режущих кромок ножей, позволяющая значительно повысить производительность труда и культуру производства.

Публикация. По материалам диссертации опубликовано 5 работ, получено положительное решение на выдачу патента РФ.

Объём работы. Диссертация состоит из введения, четырёх глав, общих выводов, списка использованной литературы из 85 наименований, в том числе 12 наименований на иностранных языках и приложения к основному тексту. Основное содержание диссертации изложено на 146 страницах машинописного текста.

Содержание работы

В первой главе освещены вопросы современного состояния средств механизации для освоения закустаренных земель. Разнообразие природных условий обусловило применение нескольких способов освоения закустаренных земель под возделывание сельскохозяйственных культур. Анализ научных данных и производственного опыта по технологии и средствам механизации для освоения закустаренных земель показал, что в настоящее время при появлении значительного количества вторично закустаренных площадей, характеризующихся относительно незначительной степенью увлажнения почв и сравнительно малолетней древесной растительностью, отличающейся преобладанием стволов диаметром до 3...4 сантиметров, делается вывод, что для эффективного удаления такой растительности наиболее подходящими являются кусторезы с пассивным рабочим органом. Эти кусторезы отличает высокая производительность, высокий коэффициент эксплуатационной надёжности - около 0,9 и высокий показатель технического обслуживания – около 1,0. Несмотря на многие положительные качества кусторезов с пассивными рабочими органами, у них имеется один большой недостаток – эти кусторезы крайне неудовлетворительно срезают стволы

кустарника с диаметром стволов до 3 сантиметров. Этот недостаток можно объяснить лишь только не работоспособностью рабочего органа кусторезов с пассивным рабочим органом.

Во второй главе приведены теоретические исследования по резанию металлов, древесины и сельскохозяйственных растений, которые были разработаны разными авторами, начиная с начала века и по настоящее время. Основное внимание уделено теории резания предложенной академиком В.П.Горячкиным. Им было предложено рассмотреть процесс резания, как просто перемещение клина (ножа) по направлению разреза и резание со скользящим движением. Для соломорезок был сделан вывод, что при резании со скользящим движением требуется меньшее нормальное давление и качественно улучшается качество среза. Академик В.П.Горячкин также рассмотрел резание при нормальном действии силы со скользящим движением и учётом силы действующей перпендикулярно боковой плоскости клина (ножа) в связи с тем, что клин имеет определённый угол заострения. Академик В.А.Желиговский аналогично рассмотрел этот процесс, практически также разделив его на 3 процесса. Академик И.Ф.Василенко рассмотрел процесс срезания с учётом «реакции материала», то есть учёл жёсткость стебля и скорость перерезания. При этом был сделан вывод, что усилие на срез в пределах изменения скорости 0,7... 1,9 м/сек изменяется обратно пропорционально квадрату скорости. В этой главе также рассмотрены теории ряда русских и зарубежных учёных.

В третьей главе рассматривается анализ выдвинутых разными авторами положений об уменьшении усилий при резании со скольжением. Так, академики В.П.Горячкин, В.А.Желиговский, И.Ф.Василенко считают, что причинами уменьшения усилий при резании со скольжением являются несколько факторов:

- перенос части силы трения из плоскости действия нормального усилия по направлению перпендикулярному к разрезу
- уменьшение угла клина
- перепиливание материала мелкими зубчиками лезвия ножа
- уменьшение потока материала приходящегося на единицу длины лезвия ножа.

Все вышеприведённые факторы связаны с геометрическими параметрами ножа, которые в результате работы ножа, в конечном счете, принимают какие-то стабильные, мало изменяемые параметры при продолжении процесса резания. При резании древесины свежесрубленного кустарника клином поперёк волокон в момент встречи с разрезаемым материалом лезвие клина сминает волокна древесины. Смятая древесина, прилегающая к лезвию, давит на соседние слои, создавая деформированную зону. Деформированные слои, расположенные на некотором расстоянии от лезвия, создают подпор для разрушения слоёв древесины, прилегающих к лезвию. На основании изложенного можно сказать, что основная функция лезвия клина при резании древесины поперёк волокон заключается в том, что оно создаёт и поддерживает в плоскости

резания такую концентрацию напряжения, которая приводит к разрушению материала.

В четвёртой главе рассматриваются физико-механические свойства древесины. Материал кустарника достаточно прочен и по прочности сравним с металлом. Так отношение предела прочности древесины к его объёмному весу приближается, а иногда, для некоторых сортов деревьев и кустарника, эти показатели даже выше чем у металлов. Материал кустарника и мелколесья обладает хорошей сопротивляемостью ударным нагрузкам, но при этом вдоль волокон и поперёк волокон, эта сопротивляемость различна, поскольку древесина имеет волокнистое строение.

Под воздействием силы, механические свойства древесины зависят от следующих основных факторов:

- I. От приложения силы по направлению относительно волокон;
- II. От влажности древесины. Так по результатам исследований проф. С.И.Ванина [13], предел прочности ели на сжатие вдоль волокон уменьшается в 4 раза при увеличении влажности от 0% до 35%. А при дальнейшем увеличении влажности, предел прочности на сжатие остаётся почти постоянным. С учётом исследований проф. М.Л. Перелыгина [14], который определил, что абсолютная влажность ствола растущей берёзы изменяется в пределах 59...92%. Отсюда можно сделать вывод о том, что механические свойства у растущего дерева или кустарника остаются практически одними и теми же в течении года, так как эти изменения имеют место

тогда, когда влажность древесины бывает ниже 35%;

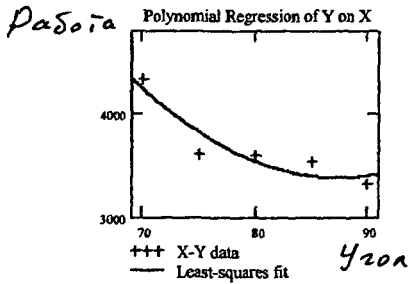
III. От тех условий, при которых произрастало растение, от почвенно-климатических условий, от части ствола, которая подвергается механическому воздействию, от места положения дерева или кустарника среди других растений, от возраста и других факторов.

Далее описывается экспериментальная часть работы, основной задачей которой является исследование зависимости удельной работы, необходимой для перерезания ствола кустарника, от угла, под которым происходит срезание этого ствола в зависимости от температуры ствола и от сорта древесины ствола. Для выполнения экспериментов была смонтирована установка, состоящая из гидравлического пресса в гидросистеме которого вмонтирован датчик давления рабочей жидкости, а перемещение штока пресса регистрировалось с помощью датчика положения. Для записи результатов исследования применялись два компьютера со специальной программой "Dataview", а для обработки результатов применялись соответствующие компьютерные программы " Easy plot ", "Eureca", "MathCad" и "Excel". Экспериментальные данные обработаны методом регрессивного анализа; проверена воспроизводимость результатов опытов; проведена статистическая оценка значимости коэффициентов регрессии. По результатам экспериментов получены данные и по данным с помощью вышеприведённых программ " получены уравнения регрессии, описывающие полученные кривые, а результаты отображены в виде графиков. В качестве примера приведены графики зависимости удельной работы от угла резания и график зависимости удельной работы от угла резания и температуры для чёрной ольхи.

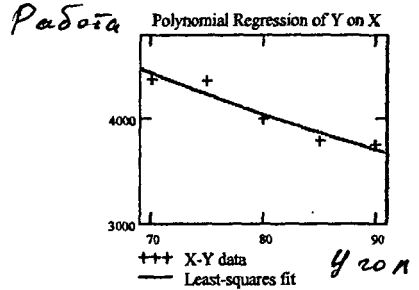
Таблица результатов проведённых опытов по резанию образцов берёзы, ивы и чёрной ольхи.

Материал	Угол резания	Удельная работа (дж)		
		Температура		
		18° С	0° С	- 12° С
Берёза	90°	3105,4	3011,4	3919,7
	85°	3252,5	3331,1	3959,5
	80°	3923,6	3515,7	4067,8
	75°	4249,4	3970,7	4250,7
	70°	4278,6	4010,5	4595,8
Ива	90°	3027,3	3059,1	3585,2
	85°	3499,3	3703,3	3983,9
	80°	3782,4	3866,4	4245,1
	75°	3914,7	3985,3	4337,3
	70°	4057,2	4222,5	4753,7
Чёрная ольха	90°	3327,8	3749,0	4061,6
	85°	3536,8	3786,9	4539,3
	80°	3596,4	3997,3	4689,8
	75°	3612,2	4368,7	4933,7
	70°	4340,9	4374,5	4967,5

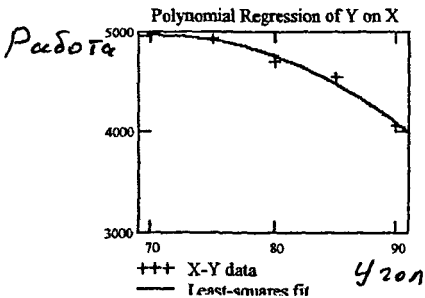
Для чёрной ольхи при
температуре 18°C



Для чёрной ольхи при
температуре 0°C



Для чёрной ольхи при
температуре -12°C



Для чёрной ольхи при
температуре 18°C, 0°C, -12°C

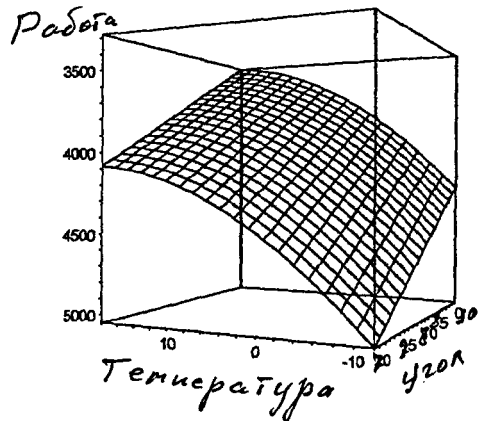


Рис. 1. Графики полиномиальной регрессии зависимости удельной работы необходимой для перерезания ствола кустарника от угла.

Из вышеприведённых данных можно сделать следующие выводы:

1. Древесная структура имеет сложное строение, и её физические свойства зависят от многих факторов. Для исследования нами были выбраны факторы, которые реально влияют на качество работ и производительность. Это скорость при которой производится работа, это температура при которой происходит срезание и угол под которым срезаются стволы кустов.

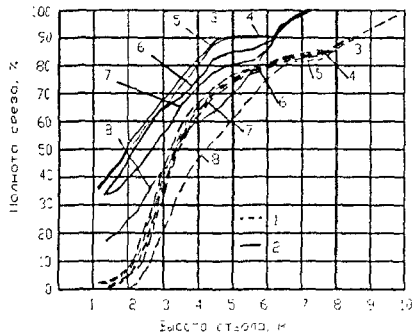
2. Полученные результаты доказывают, что работа необходимая для перерезания ствола кустарника на единицу площади находится в тесной зависимости от температуры ствола и от угла под которым происходит перерезание.

3. Эта зависимость имеет сложный характер, но при этом можно сделать вывод, что с уменьшением угла резания и уменьшением температуры окружающей среды, возрастает работа необходимая для перерезания единицы площади ствола кустарника. Это видно наглядно на графиках.

В пятой главе "Анализ процесса резания ножом нормально произрастающего кустарника и предлагаемая конструкция кустореза", проанализирован процесс срезания: стволов кустарников кусторезами с пассивными рабочими органами в конкретных природных условиях и рассмотрены основные факторы влияющие на этот процесс. Главными факторами влияющими на качество срезки стволов кустарников являются следующие:

1. Скорость перемещения клина (ножа) относительно ствола. Чем выше скорость, тем выше качество выполняемой работы. Это подтверждается исследованиями А.З.Шрюпши (1966), где сравниваются работы по срезке стволов кустарников бульдозером и кусторезом с пассивным рабочим органом.

Полнота среза древесной растительности в зависимости от высоты древостоя при различных способах расчистки земель



1 - срезка кусторезами, 2 - срезка бульдозером,
3 - врезка, 4 - крыльцо, 5 - рапыно, 6 - осина,
7 - ольха, 8 - ива

Рис. 2. График полноты среза.

2. Окружающие условия, при которых производится срезание:

- подпорное или без подпорное срезание
- слабая или развитая корневая система
- грунт, на котором произрастает кустарник
- температура среды при которой производится работа

3. Качественные характеристики срезаемого растения.

4. Геометрические характеристики ножа.

На основании анализа вышеизложенных характеристик были сделаны конкретные предложения по конструкции кустореза с пассивным рабочим органом, способным успешно срезать стволы кустарника с диаметром менее 3см. Также была предложена конструкция ножей ступенчатой формы, которая способна значительно повысить производительность кустореза. На конструкцию ножей ступенчатой формы получен патент РФ и подана заявка на ещё один патент. Ножи представлены на рисунке.

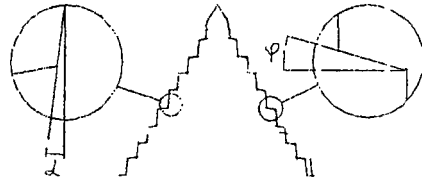


Рис. 3. Конструкция режущей части ножей.

Где, угол φ , равен углу трения древесины о сталь, угол α имеет значение в пределах $2...3^\circ$. На каждую режущую ступеньку прикручивается специальная мало изнашиваемая, самозатачивающаяся насадка.

Далее выполнен проверочный тяговый расчёт для этой машины.

В шестой главе "Экономическая эффективность внедрения результатов исследования в производство", приведён расчёт экономической эффективности от внедрения нового рабочего органа со ступенчатыми ножами. Для сравнения в качестве базисного варианта принят кусторез КБ-4 на базе трак-

тора Т-130 МГ1. В ходе экономического расчёта для базовой и новой машины определены: годовая эксплуатационная производительность; цена единицы конечной продукции, производимой кусторезом; количество машино-часов работы кустореза; годовые текущие издержки потребителя. На основе этих данных определён прирост экономического эффекта за счёт использования нового рабочего органа равный 10 500 рублей в год.

Основные выводы.

1. Существующие средства механизации для расчистки осваиваемых и особенно вторично заросших земель от древесной растительности не в полной мере отвечают требованиям, способствующим повышению качества мелиоративных работ и сокращению сроков ввода осваиваемых земель в сельскохозяйственных оборот. Сложившееся положение объясняется, главным образом, отсутствием эффективных машин для срезания кустарника и мелколесья.

2. Анализ парка машин используемых для срезания древесной растительности показал, что наиболее простыми и высокопроизводительными являются кусторезы с пассивными рабочими органами, при практически одном недостатке, неспособностью этих машин эффективно работать с растительностью с диаметром ствола менее 3...4 сантиметров.

3. Проведённые теоретические исследования позволили предложить конструкцию кустореза отвечающего современным требованиям и при значительно возросшей производительности, повышено качество выполняемых работ, позво-

позволяющее эффективно срезать стволы кустарников и мелкокося с диаметром стволов менее 3...4 сантиметров.

Основное содержание диссертации опубликовано в следующих работах:

1. Экологически чистые технологии производства культуртехнических работ на осушаемых торфяниках. Актуальные проблемы экологии на рубеже третьего тысячелетия и пути их решения, часть вторая: Тез. докл. науч.-техн. конф. Брянск: 1999г. (Соавтор Суриков В.В.).

2. Повышение эффективности работы кусторезов с пассивным рабочим органом на старопашатных землях. Природообустройство и экологические проблемы водного хозяйства и мелиорации: Тез. докл. науч.-техн. конф. МГУП, Москва: 1999г. (Соавтор Суриков В.В.).

3. Устройство для срезания кустарников и полукустарников. Авторское свидетельство РФ № 99107328 (Соавтор Суриков В.В.).

4. Сравнительный анализ технологий на удаление древесно-кустарниковой растительности. Экологические проблемы водного хозяйства и мелиорации: Тез. докл. науч.-техн. конф. МГУП, Москва: 2000г. (Соавторы Суриков В.В., Ермаков О.Н.).

5. Обоснование геометрических параметров режущей кромки ножей кустореза с пассивным рабочим органом. Экологические проблемы водного хозяйства и мелиорации: Тез. докл. науч.-техн. конф. МГУП, Москва: 2000г. (Соавтор Суриков В.В.).