

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА
МАХСУС ВАЗИРЛИГИ**

ГУЛИСТОН ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ

**“ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИ МАҲСУЛОТЛАРНИ ҚАЙТА ИШЛАШ ВА
ИШЛАБ ЧИҚАРИШ ТЕХНОЛОГИЯСИ”
КАФЕДРАСИ**

**“Химояга рухсат этилди”
ҚХМҚИ ВА ИЧТ кафедраси мудири
_____ доц. М.А.Тўракулов
“ _____ ” _____ 2012 й.**

**АНАЛИЗ ПРИЧИН ВЫБРАКОВКИ РАБОЧИХ
ОРГАНОВ ПЛУГОВ ДЛЯ ГЛУБОКОЙ
ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ
мавзусидаги**

БИТИРУВ МАЛАКАВИЙ ИШИ

5 630100-Қишлоқ хўжалигини механизациялаштириш таълим йўналиши
бўйича бакалавр академик даражасини олиш учун

Илмий рахбар:

ҚХМҚИ ВА ИЧТ кафедраси
профессори, т.ф.д.

К.К.Нуриев

Бажарувчи:

4-49 гуруҳ толиби

А. Солиев

Гулистон-2012

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение и обоснование темы.....	5
Глава 1. Анализ причин снижающие работоспособность рабочих органов плугов.....	8
1.1. Оценка срока эксплуатации лемехов для глубокой обработки почвы.....	8
1.2. Причин выбраковки рабочих органов почвообрабатывающих машин.....	14
Глава 2. Применение метода размерных цепей для определения выбраковочных величин рабочих органов.....	21
2.1. Применение для выбраковки рабочих органов метода полной взаимозаменяемости (максимум и минимум).....	21
2.2. Применение для выбраковки рабочих органов метода частичной взаимозаменяемости.....	25
Глава 3. Статистические исследования фактической точности изготовления лемехов двухъярусных плугов.....	30
3.1. Статистические исследования фактической точности изготовления лемехов двухъярусных плугов.....	30
3.2. Статистические исследования выбракованных лемехов двухъярусных плугов.....	35
4. Зависимость агротехнических показателей плуга от износа лемехов.....	40
Общие выводы.....	45
Информационно-ресурсные источники.....	47

Введение и обоснование темы

Введение. Известно, что эксплуатационно-технологические показатели почвообрабатывающих машин определяются эксплуатационной надёжностью их рабочих органов. Исследователями ранее установлено, что износ и затупление лезвий рабочих органов почвообрабатывающих машин приводит к ухудшению качества работы, вызывает повышение тягового сопротивления, уменьшение заглубляющей силы, перерасход горюче-смазочных материалов и, как следствие, уменьшение производительности агрегата на 10...40% и увеличение себестоимости продукции [1...5].

Многочисленные исследования и практика показывают, что почвообрабатывающие машины, применяемые при возделывании хлопчатника, зачастую не обеспечивают требуемое качество обработки почвы, имеют низкую производительность и надёжность работы из-за потери работоспособности вследствие износа рабочих органов.

Износ рабочих органов почвообрабатывающих машин исключить практически невозможно и задачи исследователей заключаются в снижении интенсивности изнашивания и уменьшения вредного влияния износа деталей на работу машин. К этому случаю относится указание Горячкина В.П. о том, что расчет сельскохозяйственных машин “должен быть построен своеобразно, а именно, главным образом, на их изнашивании” [6].

В современных условиях при агрегатировании почвообрабатывающих машин с мощными тракторами (такими как “Магнум” и др.) характер и величина потерь из-за затупления лемехов изменились. В частности, резко выросла цена простоев, вызванных предельным износом рабочих органов. На замену рабочих органов требуется от 0,25 часа до нескольких часов, следовательно, возможные общие потери от простоев техники во много раз превышают стоимость изнашивающихся деталей, что оправдывает

практически любые затраты на поддержание и повышение эксплуатационно-технологических показателей почвообрабатывающих машин.

Обоснование темы. В практике нередки случаи, когда низкий срок службы ответственных рабочих органов ограничивает возможности дальнейшего повышения эксплуатационно-технологических показателей почвообрабатывающих машин. Такими деталями являются лемеха плугов.

В связи с этим при разработке и обосновании параметров рабочих органов необходимо не только обеспечить их высокие функциональные качества и благоприятные энергетические показатели на период кратковременных ведомственных, государственных, хозяйственных и др. испытаний, но и принять меры для длительного сохранения этих качеств в рядовой эксплуатации во избежание крупных потерь, основная часть которых связана, как правило, со снижением урожайности.

От условий работы зависят не только геометрические формы и параметры рабочих органов, но и интенсивность и характер износа, которые и определяют основные технологические и эксплуатационные показатели почвообрабатывающих машин. Вместе с тем, исследовательские работы, направленные на установление причин выбраковки рабочих органов плугов для глубокой обработки почвы, в настоящее время не проводятся. Поэтому вопросы своевременного снятия с эксплуатации рабочих органов не изучены и руководств для этого не разработано.

Таким образом, исследования, направленные на решение вопроса своевременного снятия рабочих органов в период эксплуатации, обеспечивающие повышение эксплуатационно-технологических показателей почвообрабатывающих машин и поддержание их на требуемом уровне, являются актуальными.

Цель и задачи работы.

Цель работы. Анализ причин выбраковки рабочих органов плугов для глубокой обработки почвы.

Задачи работы.

1. Анализ причин снижающие работоспособность рабочих органов плугов.
 - 1.1. Оценка срока эксплуатации лемехов для глубокой обработки почвы.
 - 1.2. Причин выбраковки рабочих органов почвообрабатывающих машин.
2. Применение метода размерных цепей для определения выбраковочных величин рабочих органов.
 - 2.1. Применение для выбраковки рабочих органов метода полной взаимозаменяемости (максимум и минимум).
 - 2.2. Применение для выбраковки рабочих органов метода частичной взаимозаменяемости.
3. Статистические исследования фактической точности изготовления лемехов двухъярусных плугов.
 - 3.1. Статистические исследования фактической точности изготовления лемехов двухъярусных плугов.
 - 3.2. Статистические исследования выбракованных лемехов двухъярусных плугов.
4. Зависимость агротехнических показателей плуга от износа лемехов.

Глава 1. Анализ причин, снижающий работоспособность рабочих органов плугов.

1.1. Оценка срока эксплуатации лемехов для глубокой обработки почвы.

До шестидесятых годов вспашка посевных площадей под хлопчатник проводилась только лемехами типа П-702 (рис.1), которые устанавливались на плуги общего назначения П-5-35 М “Труженик”, ПН-4-35 “Пахарь” и плуги ПЯЦ-3-40, П-5-35-ЭШ, П-5-35 Э, приспособленные к двухъярусной вспашке.



1-лемех ПЯШ-01.200; 2-лемех П-702; 3-лемех П-702 с изогнутым носком.

Рис. 1. Лемеха применяемые в двухъярусных плугах

Двухъярусный плуг ПЯ-3-35, изготовленный на заводе “Алтайсельмаш” по параметрам САИМЭ, был первым специализированным плугом, предназначенным для вспашки почв под хлопчатник. Интерес специалистов и механизаторов к этим плугам с годами возрастал, о чем говорит тот факт, что если к 1975 году этими плугами вспахивалось 55 % всей пашни под хлопчатник, а в 1980 году – 70 %, то к 1990 году эта доля составила более 95 % [1, 2, 7, 8].

По данным САИМЭ и других НИИ, а также из опыта передовых хлопковых хозяйств установлено, что только лишь за счет вспашки земель двухъярусными плугами отрастание сорной растительности уменьшается в 2...2,5 раза, а урожайность хлопчатника повышается в среднем на 2,5...3 ц/га [4, 9].

Применение в нижних ярусах корпусов плуга лемехов типа П-702 (см. рис.1, 2) не обеспечивало в полной мере агротехнических требований к двухъярусной пахоте. Эти лемеха после выработки 3...7 га имели полный износ носовой части и при этом нарушалась устойчивость хода по глубине вспашки. По рекомендациям САИМЭ нижние корпуса этого плуга оснащались оригинальными лемехами типа ПЯШ-01.200, имеющими параллелограммный лемех с проваренным на него долотом (рис.1, 1), однако его геометрические параметры для работы в почвенных условиях хлопководства не обоснованы.

Износ лемеха при наличии долота заметно уменьшается, а характер износа изменяется в отличие от долотообразного лемеха. Носовая часть, защищенная долотом, выдерживает большую нагрузку и не деформируется, что имеет место у долотообразных лемехов при вспашке на глубину 30...40 см (рис.1).

В САИМЭ, СКБ завода “Алтайсельмаш”, Андижанском институте хлопководства, Средаз ГОСНИТИ и САМИС в течение ряда лет велись наблюдения за работой двухъярусных плугов, показавшие, что лемеха основного корпуса (нижнего яруса) недостаточно долговечны, быстрое их затупление требует частой замены.

Анализ проведенных работ показывает, что наработка на отказ у плугов ПЯ-3-35 составляет только 10,8 % от нормативной, а анализом результатов наблюдений установлено, что наибольшее число отказов (до 70% от общего числа) приходится на лемеха ПЯШ-01.200 [10, 11].

Агротехнические и эксплуатационные показатели этих плугов в значительной мере зависят от состояния долота и лемеха. Лемех и долота [12]

выполнены двухслойными в расчете на самозатачиваемость. Однако в почвенных условиях Узбекистана лезвия лемеха имеют плохую самозатачиваемость, а у долота это свойство вовсе отсутствует [13]. Вследствие этого плуг работает неустойчиво и часто выглубляется, что приводит к нарушению агротехнических требований к пахоте, к частым остановкам и снижению производительности агрегатов.

Кроме того, установлено, что к эксплуатационным недостаткам этого лемеха можно отнести разноресурсность лемеха и его долота. Носок долота изнашивается в 2...2,5 раза интенсивнее, чем лезвие лемеха и приходится выбраковывать лемеха из-за предельного износа носка долота с работоспособным лезвием лемеха, имеющим до 50...60 % не использованного по ширине дорогостоящего слоя наплавки [14, 15, 16].

Внешним признаком потери работоспособности указанного лемеха является полный износ твердой наплавки его долота, независимо от степени износа режущей кромки лезвия лемеха. Также установлено, что предельное состояние лемеха наступает при наработке 4...15 физ. га на один лемех (табл. 1.).

Таблица 1. Первоисточники по испытаниям серийных рабочих органов почвообрабатывающих машин.

Наименование документов первоисточников по испытаниям лемехов	Условия эксплуатации					До ремонтный ресурс рабочего органа, га
	тип и разнo-видность почв	глубина обработки, см	твёрдость почвы, МПа	влажность почвы, %	Скорость движения м/с	
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
Акт №6-77 Д сравнительные испытания серийных и восстановленных ярусных лемехов ПЯШ-01-200, САМИС, 1977 35с.	серозем типичный средне-суглинистый	30 ...32	0,87 ...4,14	-	1,67 ...1,72	15,1

1	2	3	4	5	6	7
Исследование, разработка и внедрение научно-методических основ и мероприятий направленных на сокращение номенклатуры и норм расхода запчастей путем повышения долговечности элементов сельскохозяйственных машин, разработка и уточнение нормативов потребности и запасных частей. Андижон, 1977, с.20	серозем средне-суглинистый	35	-	-	1,68	12
САФ5 Р/29. Исследовать влияние износов параметров ярусных лемехов на агротехнику и дать предложения по организации их восстановления. Средаз ГОСНИТИ, ЦОКТБ, 1980	серозем типичный средне-суглинистый	40 \pm 2	0,9 ...4,1	17,4 ...18,2	1,68 \pm 0,06	15,3
Акт № 26-21-81 Д. Сравнительные испытания серийных ПЯШ-01.200 СБ и восстановленных ПЯШ-01.200 РСБ лемехов. САМИС, 1981	серозем суглинистый	35 \pm 2	0,69 ...1,5	10,6 ...15,5	1,68 ...1,72	13,6
02824030036 Влияние типов почв поливного хлопководства на ресурс рабочих органов хлопкоуборочных машин. Андижон, 1982 [95]	серозем средне-суглинистый	35	3,5	14,7	1,68	9,4
Акт №26-9-82 Сравнительные испытания серийных ПЯШ-01.200 РСБ лемехов САМИС, 1982.	лугово-болотные	35 \pm 2	0,48 ...1,03	5,92 ... 19,79	1,52 ...1,76	10
Исследования, разработка и внедрение научно-методических основ и мероприятий, направленных на сокращение номенклатуры и норм расхода запчастей путем повышения долговечности элементов сельскохозяйственных машин разработка и уточнение нормативов потребности в запчастях, Андижан, 1983, 130 с.	луговые тяжело-суглинистые	35	-	-	1,68	6
	луговые средне-суглинистые	35	-	-	1,68	6,9
Протокол №26-69-85 (206 1910) Государственных периодических испытаний плуга трехкорпусного прицепного ПЯ-3-35 САМИС, 1985	Луговые болотные серозем	31,6	1,73	7,8	1,43	4
	типичный луговоболотные	30,8	2,3	9,4	1,73	4

1	2	3	4	5	6	7
<p>Отчет №32-33-98 (207, 208) по результатам сравнительных испытаний лемехов к плугам ПЯ-3-35 изготовленных СП «Бахтсельмаш» фирмой “Меркурий” и завода “Чирчиксельмаш” УзГЦИТТ-1999.</p> <ul style="list-style-type: none"> • с точечной наплавкой СП «Бахтсельмаш» • с накладным оборотным долотом СП «Бахтсельмаш» • фирмы «Меркурия» • серийный лемех завода СП «Бахтсельмаш» • серийный лемех завода «Алтайсельмаш» 	Лугово-болотный серозем тяжелый суглинок	35	0,37 ...1,79	11,6 ...22,8	1,72	- 3 8 30% отме- чано изгиб носки 8 5 8...10
Отчет №1-2-2000 (544, 545) по результатам испытаний плужных лемехов ПЯШ-01.200 и К-073004/005, изготовленных в СП «Бахтсельмаш». УзГЦИТТ-2000	лугово-болотный серозем	35	0,37 ...2,11	18,07 ...24,95	1,45 ...1,68	14
<p>Протокол №36-200 (308) Периодических испытаний культиватора – растениепитателя КХУ-4Б</p> <ul style="list-style-type: none"> • оборотная лапа (рыхлитель) • стрельчатая лапа КД-324Б • односторонняя лапа (бритва) НКУ 46-11 	лугово-болотный тяжелый суглинок	10	0,54 ...1,39	9,07 ...10,38	1,7	18,7 17,6 11,5
Акт №26-71-90 (9075500) Предварительных испытаний серийных рабочих органов: бритв НКУ 46/47, стрельчатых лап КРХ-19, НКУ-53, наплавленных порошком ТН-2,0 марки ПГТС-1 в сравнении с серийным рабочим органом наплавленным сплавом ПГС-27А на износостойкость	лугово-болотный серозем типичный тяжелый суглинок	10	0,03 ...0,07	4,2 ...5,1	1,75	17
Шамшетов С.Н. Повышение долговечности рабочих органов культиваторов для междурядной обработки хлопчатника. Автореф. ...канд. техн. наук - М.: 1985	серозем суглинистая	10	0,49	14,1	1,75	6,5

1	2	3	4	5	6	7
<p>Вахобов М.В. Исследование изнашивания и самозатачивания рабочих органов почвообрабатывающих машин в условиях поливного земледелия Автореф. ... канд. техн. наук - Душанбе, - 1972.</p> <p>стрельчатая лапа</p> <ul style="list-style-type: none"> • однослойная • самозатачивающая двухслойная наральник • однослойный • самозатачивающаяся лемехи • с верхней наплавкой • с нижней наплавкой • серийный 	серозем суглинистая	6...8 10...12	-	15...22	1,09 ...1,1	7 14 8,5 15 7,5 14 6
<p>Давлатян В.А. Исследование износа плоскорежущих лап хлопкового культиватора в зависимости от скорости движения Автореф. ... канд. техн. наук - Ташкент, - 1966</p>	типичный серозем средне-суглинистый	12	1,95	18,8	2,77	5

Такой низкий срок службы лемехов требует частой их замены, а поставка лемехов в качестве запасных частей производится из расчета средне республиканских норм выработки. Согласно этой норме для обеспечения бесперебойной работы плугов предусматривается поставка сменных лемехов в количестве 400 шт. на 100 плугов, в тоже время при работе с серийными лемехами типа ПЯШ-01.200 их требуется 1400 шт., то есть в 3,5 раза больше [11, 12].

Исходя из вышеизложенного можно заключить, что остающаяся нерешенной проблема затупляемости наплавленных долот и повышение эффективности самозатачивания лезвия лемехов требует проведения соответствующих работ на уровне теоретических и экспериментальных исследований.

1.2. Причин выбраковки рабочих органов почвообрабатывающих машин

Специфичность таких деталей, как лемехов, долот, стрелчатых и оборотных лап культиваторов, глубокорыхлителей и т.д. заключается в том, что их работоспособность зависит от:

- предельного линейного износа по длине, ширине и толщине
- затупления лезвия рабочего органа, характеризуемого закруглением лезвия и образованием затылочной фаски.

При этом по первому фактору работоспособность оценивается предельной шириной, длиной и толщиной рабочего органа т.к. при дальнейшем изнашивании происходит трение крепления и стойки о почву, или изгиб рабочего органа, и как следствие выталкивание почвообрабатывающей машины. При образовании затылочной фаски в результате сминания почвы, возникает выталкивающая сила, приводящая к уменьшению равномерности и глубины обработки. Попытки установить единый предельный выбраковочный показатель рабочих органов ввиду многообразия условий изнашивания, в котором они работают, не дали положительных результатов. Среди ученых, занимающихся исследованиями в этой области [6, 13...16] имеются различные мнения о характере действующих на рабочие органы сил, обусловленных различным подходом к теории разрушения почвы.

Исходя из разного подхода к механизму разрушения почвы, среди исследователей определялась и разная трактовка сил, действующих на “затылочную фаску” Синеоков Г.Н. и Ветров Ю.А. полагают, что эпюра давления имеет вид треугольника с максимальной ординатой в точках площади износа, наиболее удаленных от режущей кромки. Виноградов В.И., Рабинович А.Ш., Алипов Г.И. [13], Кичигин А.Ф. [15] считают, что максимальную нагрузку испытывает вершина “затылочной фаски”.

Приближенно сопротивление почвы смятию R при ее деформировании площадкой износа определяется по формуле [16]:

$$R = q \cdot V, \quad (1)$$

где q – коэффициент объемного смятия, н/м³; V –объем сменяемой почвы, м³.

$$V = h \cdot s \cdot \ell,$$

где h и s – высота и ширина “затылочной фаски”, м;

ℓ – длина лезвия рабочего органа, м.

Увеличение параметров “затылочной фаски” способствует возникновению дополнительной силы, действующей при движении почвообрабатывающей машины, которую можно представить как равнодействующую двух составляющих – горизонтальной и вертикальной. Горизонтальная составляющая увеличивает сопротивление, а вертикальная составляющая способствует выталкиванию рабочего органа, затрудняет его заглубление и, как следствие, уменьшает глубину обработки. Взаимосвязь этих сил Корушкин Е.Н. [17] выражает следующей зависимостью (рис. 1.4, а).

$$\Delta P_z = \Delta P_x \frac{1 + f \cdot \operatorname{tg} \gamma}{f \cdot \operatorname{tg} \gamma}, \quad (2)$$

где ΔP_z – приращение выталкивающей силы, Н; ΔP_x – приращение тягового сопротивления, Н; f – коэффициент трения данной почвы о сталь; γ – абсолютная величина заднего угла, град.

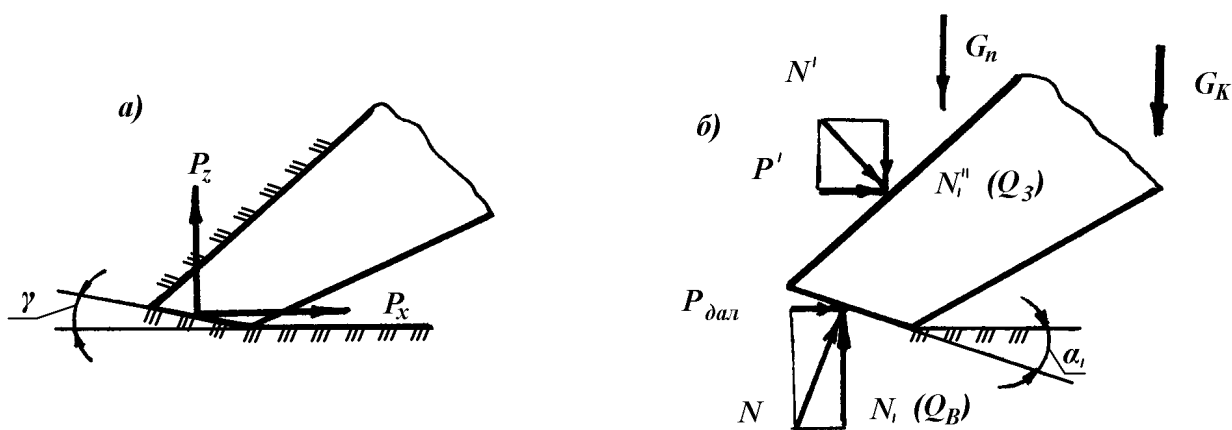
Выявлено, что при $\gamma=45^0$ для суглинка $\Delta P_z=4$ кН, для супеси $\Delta P_z=2$ кН. Увеличение γ до 35^0 привело к снижению глубины пахоты с 24 до 12 см при неудовлетворительной устойчивости плуга.

Рассматривая действие сил на режущую кромку изношенного лезвия, в случае образования затылочной фаски с отрицательным задним углом, Корушкин Е.Н. [18] определяет значение дополнительной силы $P_{дон}$ (рис.2, б) по формуле:

$$P_{дон} = \frac{N}{\cos \varphi} \cdot \sin(\varphi + \alpha_1), \quad (3)$$

где N – сила нормального давления на фаску;

φ – угол трения о сталь; α_1 – угол наклона фаски к дну борозды.



G_n, G_k – вес слоя почвы на лемехе и вес плуга соответственно;
 Q_3 – “заглубляющая” сила, возникающая от трения почвы на
лицевую поверхность лемеха; Q_B – выталкивающая сила.

Рис. 2. Схема сил действующих на режущую кромку лезвия (по Корушкину Е.Н.).

Из формулы видно, что с увеличением α_1 , величина выталкивающей силы возрастает.

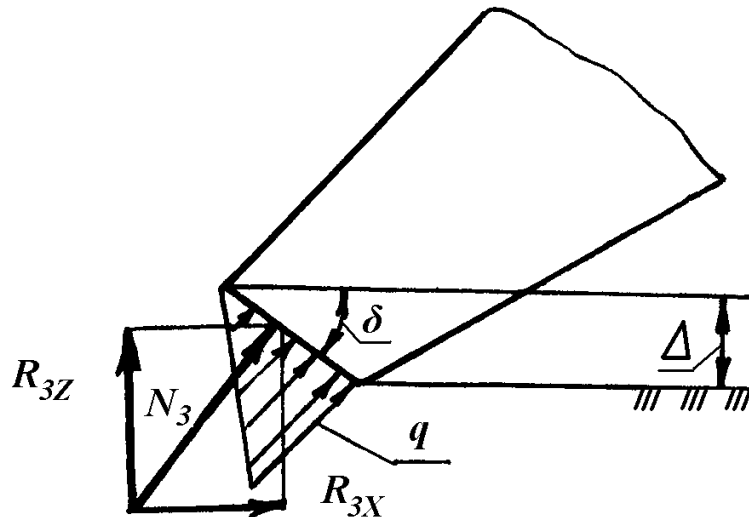
Огрызков Е.П. [19] находит параметр “ ω ” – “возможное удельное давление на затылке лемеха”, которое для устойчивости работы плуга по глубине, должно быть больше главного параметра – твердости почвы в зоне работы лезвия лемехов:

$$T \leq \omega = \frac{\mu}{3_n \cdot n \cdot \ell} [(0,25 \cdot a \cdot b - 0,1 \cdot a_1 \cdot b_1) \cdot k \cdot \eta + (G_0 - G_k)], \quad (4)$$

где T – твердость почвы в слое 20...25 см, кг/см²; ω – возможное удельное давление на затылок лемеха, кг/см²; $\mu=1,85$ – коэффициент, учитывающий динамичность силы; 3_n – ширина затылка, см; ℓ – длина лезвия лемеха, см; η – коэффициент полезного действия; n – число корпусов плуга; $k \cdot \eta$ – суммарное удельное сопротивление плуга – почвы, которое в выражении $k \cdot \eta$ представляет собой удельное сопротивление почвы при движении плуга, кг/см²; 0,25 – коэффициент Синеокова Г.Н., связывающий тяговое сопротивление корпуса с вертикальной составляющей силы, действующей на корпус; 0,1 – аналогичный коэффициент Гецлафа для предплужников; a и a_1 – глубина

пахоты и хода предплужников, см; v и v_1 – ширина захвата плуга и предплужников, см; G_0 и G_k – общий вес плуга и вес его колес, кг.

Применяя эту зависимость, Огрызков Е.П. установил, что допустимая ширина затылочной фаски на легких почвах 10...11 мм, для более тяжелых 4...6 мм, и при тяжелых 2...3 мм.



q – распределенная сила нормального давления на фаску лемеха; N_3 – суммарная сила, действующая по нормали к затылочной фаске; R_{3z} , R_{3x} – вертикальные и горизонтальные силы действующие на затылочную фаску.

Рис. 3. Схема сил действующая на затылочную фаску (по Синеокову Г.Н.).

Суммарную силу (рис.3) действующую по нормали к затылочной фаске, Синеоков Г.Н. [73, 122] определяет по формуле:

$$N_3 = \frac{q \cdot \Delta^2 \cdot b}{2 \sin \delta}, \quad (5)$$

где q – коэффициент объемного смятия почвы, кг/см³; Δ – высота затылка, мм; b – ширина пласта, мм; δ – угол, образуемый плоскостью затылка с горизонтальной плоскостью (дном борозды), град.

При значениях затылочной фаски $\Delta=0$; $\delta=0$; дно борозды не оказывает дополнительных реакций на лемех.

Кубрак Н.Н. и Мухин В.А. [20] получили аналогичную формулу определения сопротивления почвы сжатию затылочной фаской R_z :

$$R_z = \frac{q \cdot b \cdot \ell_3^2 \cdot \sin \varepsilon_3}{2 \cdot \cos \varphi \cdot \sin \gamma}, \quad (6)$$

где ℓ_3 – ширина затылочной фаски, мм; q – коэффициент объемного смятия почвы, кг/см³; b – ширина захвата корпуса, мм; ε_3 – угол наклона затылочной фаски к дну борозды, град; φ – угол трения почвы о сталь; γ – угол установки лемеха к дну борозды, град.

Канаков В.В. [21], применяя теорию предельного равновесия сыпучей среды Соколовского В.В. аналитически определяет формулу предельно допустимой ширины затылочной фаски:

$$b_\phi = \frac{A \cdot B \cdot h \left(\frac{j \cdot h}{2} \cdot \operatorname{tg} \beta + C_0 \right) + G_k \cdot \operatorname{ctg} \theta}{B \cdot A_1 \cdot C_0 \cdot \sin \delta_1}, \quad (7)$$

где A – коэффициент зависящий от угла резания α , угла внешнего трения f и угла ρ внутреннего трения, определяется в зависимости от угла наклона грани затылочной фаски; A_1 – аналогичный коэффициент, определяемый по формуле:

$$C = A_1 \cdot C_1 = \operatorname{ctg} \rho \cdot [k \cdot e^{(\nu - \delta_1) - 2 \operatorname{tg} \rho} - 1]$$

k и ν – коэффициенты, выведенные Канаковым В.В. для упрощения формул Ветрова Ю.А.; C – постоянная изнашивания, характеризующая износостойкость материала поверхности трения или изнашивающую способность почвы; B – длина лезвия лемеха, см; h – глубина обработки почвы, см; δ – угол наклона передней грани к горизонтали, град; G_k – часть массы плуга, приходящийся на корпус, кг; j – объемная масса почвы, находящаяся на поверхности лемеха; G_n – вертикальная составляющая сил, действующих на лемех за пределами заточки (вес пласта почвы) кг/см²; C_0 – сцепляемость почвы, кг/см²; θ – угол между направлением силы от веса плуга при движении и горизонтальной плоскостью, град.

Анализ этого уравнения показывает, что чем больше сцепляемость почвы и круче фаска на лезвии лемеха, тем при меньшей ее ширине наступает неустойчивый ход плуга.

Однако, применение теории предельного равновесия сыпучей среды Соколовского В.В., по утверждению Рабиновича А.Ш. и Шарипова Ш. [22, 23, 24] может дать лишь самые приближенные данные.

Исследуя изнашивание лемехов на почвах лесной зоны, Ларин Г.И. [25] вывел эмпирические зависимости влияния геометрических параметров лемеха, в том числе ширины и угла наклона затылочной фаски на глубину вспашки и тяговые сопротивления.

Изучением влияния параметров, полученных при износе рабочих органов на качество работы почвообрабатывающей машины также занимались Клецкин Н.Г. [14], Севернев М.М. [26], Виноградов В.И. [27], Винокуров В.Н. [28] и другие.

Анализ исследований, посвященных изучению зависимостей работы почвообрабатывающих машин от состояния их рабочих органов, показывает, что при разном научном подходе, различных методах (аналитических и эмпирических), авторы этих исследований приходят к выводу, что наиболее важным фактором, влияющим на работу почвообрабатывающих машин, является величина затылочной фаски, (т.е. ширина, высота; угол наклона) образующейся на режущих кромках. При достижении у лезвия рабочего органа предельной величины затылочной фаски в результате возникновения выталкивающей силы больше допустимой нарушаются агротехнические показатели работы почвообрабатывающей машины (равномерность и глубина обработки, ширина захвата и т.д.). При этом, чем плотнее обрабатываемые почвы, что является характерным для поливных земель в зоне хлопководства [3], тем меньшие значения затылочных фасок являются предельными [19, 29, 30, 31, 32].

Выводы по главе.

1. Вопрос затупляемости наплавленных долот и повышение эффективности самозатачивания лезвия лемехов остаются нерешенной и требует

проведения соответствующих работ на уровне теоретических и экспериментальных исследований

2. Наиболее важным фактором, влияющим на работу почвообрабатывающих машин, является величина затылочной фаски, (т.е. ширина, высота; угол наклона) образующейся на режущих кромках. При достижении у лезвия рабочего органа предельной величины затылочной фаски в результате возникновения выталкивающей силы больше допустимой нарушаются агротехнические показатели работы почвообрабатывающей машины (равномерность и глубина обработки, ширина захвата и т.д.). При этом, чем плотнее обрабатываемые почвы, что является характерным для поливных земель в зоне хлопководства, тем меньшие значения затылочных фасок являются предельными.

Глава 2. Применение метода размерных цепей для определения выбраковочных величин рабочих органов.

2.1. Применение для выбраковки рабочих органов метода полной взаимозаменяемости (максимум и минимум).

Трение лемеха о почву вызывает износ его режущей кромки и лицевой поверхности. В этом процессе уменьшаются размеры лемеха в основном по ширине. Однако лемех выбраковывается, не достигнув предельно допустимого износа по ширине, определяемого началом соприкосновения болтов крепления, и нижней части стойки с дном борозды. Причина выбраковки ухудшение заглубления плуга и равномерности хода по глубине вследствие затупления лемеха.

При изнашивании двухслойного лезвия лемеха происходит его удовлетворительное самозатачивание, до достижения предельного состояния по ширине лемеха износ не вызывает ухудшения его агротехнических показателей. Величина предельного износа лемеха при применении метода полной взаимозаменяемости определяется такими размерами, как величина вылета режущей кромки h_o , угол установки φ и длина, выступающих частей болтов крепления (рис. 4).

Как видно из рис.4, номинальное значение предельно допустимого износа лемеха составляет [33]

$$h_o = \ell_o - K_o / \operatorname{tg} \varphi \quad (8)$$

На величины K_o и K_Σ влияет точность изготовления шайбы, гайки, лемеха, башмака и болта. Эти детали для плугов изготавливаются по третьему классу точности и имеют соответствующие отклонения по ГОСТ и СТ СЭВ. Как видно из рис.4, K_o и K_Σ являются размерами, определяющими величину предельного износа. Для определения их номинальных значений и отклонений необходимо провести размерный анализ функций (K_Δ, K_Σ, K_o).

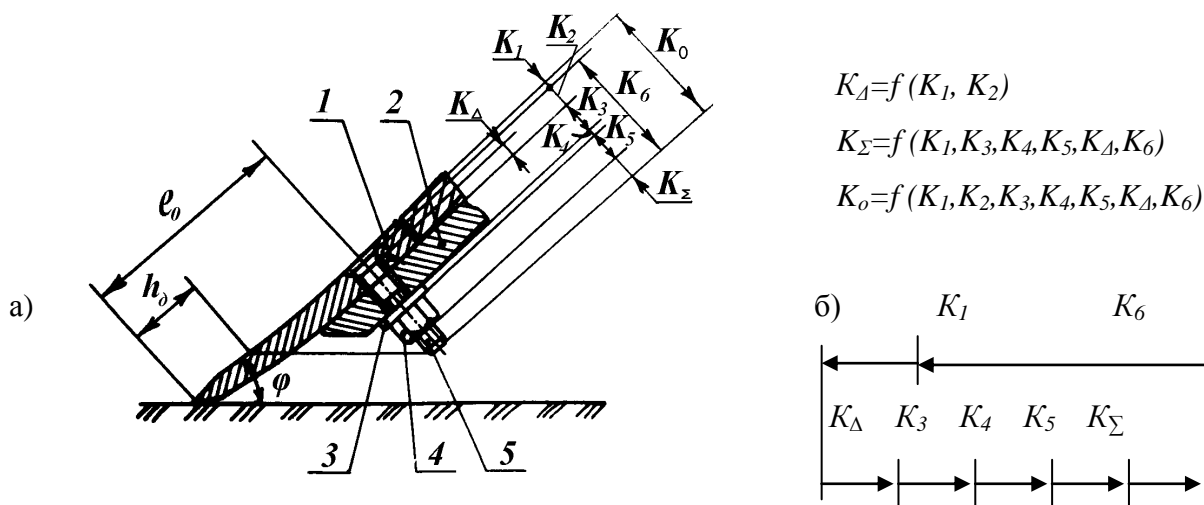
Тип задачи–обратная. Для этого составлены размерные цепи и решены методом полной взаимозаменяемости. Решение задачи иллюстри-

руем на примере определения замыкающего звена размерной цепи K_{Σ} (рис. 4, б). Номинальное значение размера K_{Σ} (замыкающего) определено по

формуле:

$$K_{\Sigma} = \sum_{i=1}^m K_{\max} - \sum_{j=1}^n K_{\min} \quad (9)$$

где $\sum_{i=1}^m K_{\max}$, $\sum_{j=1}^n K_{\min}$ – сумма номинальных размеров, увеличивающих и уменьшающих звеньев, мм.



а) схема к определению величины предельно допустимого износа лемеха;
 б) схема размерной цепи к определению K_{Σ} . 1-лемех; 2-башмак; 3-шайба; 4-гайка; 5-болт, φ -угол рабочей поверхности лемеха с дном борозды, град; K_1 -величина утопания болта крепления, мм; ℓ_0 -расстояние от оси болта крепления до кромки лезвия лемеха, мм; K_2 , K_3 , K_4 , K_5 -толщина соответственно лемеха, башмака, шайбы, гайки, мм; K_{Δ} -толщина квадратной части отверстия лемеха под болт крепления, мм; K_{Σ} -величина выступа болта за гайкой, мм; K_6 -длина болта, мм; K_0 - общий размер крепления, мм

Рис. 4. Параметры, определяющие болтовое соединение лемеха

Верхнее (ESK_{Σ}) и нижнее (EIK_{Σ}) отклонения номинального размера, замыкающего звена, определены по формулам:

$$ESK_{\Sigma} = \sum_{i=1}^m ESK_{i \max} - \sum_{j=1}^n EIK_{j \min} ; \quad EIK_{\Sigma} = \sum_{i=1}^m EIK_{i \max} - \sum_{j=1}^n ESK_{j \min} \quad (10)$$

где $\sum_{i=1}^m ESK_{i \max}$, $\sum_{i=1}^m EIK_{i \max}$ – верхнее и нижнее отклонение, увеличивающего звена;

$\sum_{j=1}^n ESK_{j \min}$, $\sum_{j=1}^n EIK_{j \min}$ – верхнее и нижнее отклонение, уменьшающего звена.

Аналогичными формулами (9), (10) определены размеры K_{Δ}, K_o .
Правильность решения размерных цепей проверена по формуле (на примере

$$K_{\Sigma}): \quad TK_{\Sigma} = \sum_{i=1}^m TK_{i \max} + \sum_{j=1}^n TK_{j \min} \quad (11)$$

где $TK_{\Sigma}, TK_{i \max}, TK_{j \min}$ – допуски замыкающих, увеличивающих звеньев, мм.

Допуски K_o и K_{Δ} определяются аналогично формуле (11). Затем определяем предельные отклонения и предельные размеры лемеха по ширине следующими формулами:

$$ESH_{\partial} = ES\ell_o - EIK_o(1/tg\varphi); \quad Elh_{\partial} = ES\ell_o - ESK_o(1/tg\varphi) \quad (12)$$

$$h_{\partial \max} = \ell_{o \max} - EIK_o(K_{o \min}/tg\varphi); \quad h_{\partial \min} = \ell_{o \min} - EIK_o(K_{o \max}/tg\varphi) \quad (13)$$

Подставив численные значения величин (табл. П.1.10, графы 4,5) в формулы (9), (10), (11), (12), (13) получим:

$$h_{\partial \max} = 29,7 \text{ мм} \quad h_{\partial \min} = 22,3 \text{ мм}$$

Решая размерные цепи, методом полной взаимозаменяемости, мы определим точность изготовления деталей, вернее вычислим среднее число единиц допуска размерной цепи с учетом известных допусков (табл. П.1.10). Принимая то, что все размеры в цепи, за исключением стандартных деталей, (гайка, шайба, болт) изготовлены в одном качестве (способ допусков одного качества), количество единиц допуска определяем по формуле:

$$a_{cp} = (TK_{\Sigma} - \sum_i^q TK_{iuzv}) / \sum_i^{n-q} i \quad (14)$$

где: TK_{Σ} – допуск замыкающего звена, мкм; $\sum_i^q TK_{iuzv}$ – сумма допусков стандартных деталей, мкм; i – единица допуска, мм

Таблица 2. Результаты расчета размерной цепи крепления лемеха.

Звенья размерной цепи									
Название размеров	Наименование	Обозначение	Номинальный размер, мм	Допуск, мм		Предельные отклонения		Источники информации для заданных величин	Значение единицы допуска i , мкм
				Заданный	Принятый	Верхнее	Нижнее		
Величина утопания болта	Увеличивающее	K_1	0,5	1	1	±0,5		По ТУ	0,55
Длина болта		K_6	40	2,5	2,5	±1,25		ГОСТ 7786-81 СТ СЭВ 2325-80	-
Толщина башмака	Уменьшающее	K_3	10	3	3	±1,5		ГОСТ 2009-55	0,90
Толщина шайбы		K_4	3	0,25	0,25	±0,125		ГОСТ 6402-70	-
Толщина гайки		K_5	10	0,9	0,9	0	-0,9	ГОСТ 5915-70 СТ СЭВ 3683-82	-
Толщина кв. части отверстия		K_{Δ}	9	2,5	1	0	-1	-	0,90
Толщина лемеха		K_2	9,5	1,5	1,5	0,5	-1	ГОСТ 8531-78	0,55
Величина выступания болта за гайку	Замыкающее	K_{Σ}	8,5	10,15	8,65	5,275	-3,375	-	-

Подставив численные значения величин из табл.2 в формулу (14), получим $a_{cp}=2766$ единиц.

На стр. 183 [34] находим, что такой коэффициент точности приблизительно соответствует восемнадцатому качеству ($a=2500$ ед).

По выбранному качеству назначаем допуски и отклонения на звенья, исходя из общего правила: для охватывающих размеров, как основное отверстие, для охватываемых, как основной вал. Так как коэффициент точности не полностью соответствует расчетному, то одно из звеньев выбираем в качестве корректирующего с учетом того, что $a_{cp} > a_{маб}$ в качестве корректирующего выбираем технологически более сложное звено K_{Δ} .

Корректирующее звено является уменьшающим звеном, поэтому:

$$ESK_{\Delta \min}^{kop} = \sum_1^m EIK_{i \max} - EIK_{\Sigma} - \sum_{m+1}^{n-1} ESK_{i \min} \quad (15)$$

$$EIK_{\Delta \min}^{kop} = \sum_1^m EIK_{i \max} - ESK_{\Sigma} - \sum_{m+1}^{n-1} ESK_{i \min} \quad (16)$$

Поставив численные значения в формулы (15) и (16), находим, что:

$$ESK_{\Delta} = 0 \quad EIK_{\Delta} = -1$$

Следовательно, звено K_{Δ} имеет размеры $K_{\Delta} = 9,1$ мм.

Проверяем правильность назначения допусков и отклонений по формулам:

$$\sum_1^n TK_i \leq TK_{\Sigma} \quad (17)$$

$$\sum_1^n TK_i = TK_1 + TK_3 + TK_4 + TK_5 + TK_6 + TK_{\Delta} \quad (18)$$

$$ESK_{\Sigma} \geq \sum_1^m ESK_{i \max} - \sum_1^n EIK_{i \min}; \quad EIK_{\Sigma} \geq \sum_1^m EIK_{i \max} - \sum_1^n ESK_{i \min} \quad (19)$$

$$TK_{\Sigma} = ESK_{\Sigma} - EIK_{\Sigma} \quad (20)$$

Подставив численные значения (из табл.2) в формулы (18, 19, 20), получим, что:

$$ESK_{\Sigma} = 5,275 \text{ мм}; \quad EIK_{\Sigma} = -3,375 \text{ мм.}$$

$$TK_{\Sigma} = 8,65 \text{ мм}; \quad \Sigma TK_i = 8,65 \text{ мм.}$$

Если все условия выдерживаются, следовательно, отклонения найдены правильно. Результаты расчетов вносим в табл.2.

Метод полной взаимозаменяемости расчета размерных цепей дает замыкающему звену весьма высокие отклонения, в связи, с чем допуск имеет большую величину $TK_{\Sigma} = 8,65$ мм.

2.2. Применение для выбраковки рабочих органов метода частичной взаимозаменяемости.

При изготовлении деталей с указанными отклонениями замыкающее звено может иметь значения. $K_{\Sigma} = 5,127 \dots 13,775$ мм. Как видно из рис. 4, чем меньше величина K_{Σ} , тем больше допустимая величина износа и соответственно ресурс лемеха.

Следовательно, необходимо расширить допуски составляющих размеров и уменьшить допуск замыкающего звена. Для этого принимается вероятностный метод (метод неполной взаимозаменяемости) достижения точности.

1. Определяем замыкающее звено K_{Σ} .
2. Составляем схему размерной цепи и убеждаемся, что увеличивающими звеньями являются K_1 и K_6 , уменьшающими $K_3, K_4, K_5, K_{\Delta}$.
3. Составляем основное уравнение размерной цепи:

$$K_{\Sigma} = \sum_1^m K_{i \max} - \sum_1^n K_{i \min} = (K_1 + K_6) - (K_{\Delta} + K_3 + K_4 + K_5) \quad (21)$$

4. Примем, что рассеяние размеров звеньев близко к нормальному закону и допуск T размера равен полю рассеяния размеров ω_i - для каждого из звеньев цепи, т.е. $TK_i = \omega_i$ и $TK_{\Sigma} = \omega_{\Sigma}$, отсюда коэффициент относительного рассеяния (коэффициент характеризующий закон распределения размеров) $\lambda_i = \lambda_{\Sigma} = 1/3$, а коэффициент относительной асимметрии кривой распределения износов $\alpha_i = \alpha_{\Sigma} = 0$ [35, стр. 38].

Однако значения $\lambda_{\Sigma} = 1/3$ и $\alpha_{\Sigma} = 0$ справедливы для условий оговоренной в [35, стр. 38]. Из-за того, что эти условия у нас отсутствуют, коэффициенты α_{Σ} и λ_{Σ} можно приблизительно определить по следующим формулам (при $\omega_i = K_i$).

$$\alpha_{\Sigma} = 0,59 \left(\sum_1^m \alpha_{\max} \cdot T_{\max} - \sum_1^n \alpha_{\min} \cdot T_{\min} \right) / \sum_1^{m+n} T_i \quad (22)$$

$$\lambda_{\Sigma} = 1/3 + 0,183 / \sum_1^{m+n} T_i \left(3 \sqrt{\sum_1^{m+n} \lambda_i^2 \cdot T_i^2} - \sqrt{\sum_1^{m+n} T_i^2} \right) \quad (23)$$

Ошибка коэффициентов, рассчитанная по формулам (22) и (23) с вероятностью 98% не более 0,05 для α_{Σ} и 0,08 для λ_{Σ} .

При расчете размерных цепей оказывается удобным оперировать не предельными отклонениями ES и EI , а средним отклонением E_c :

$$E_c = (ES + EI) / 2 \quad (24)$$

Поэтому по уравнению (24) рассчитываем среднее отклонение по-лей допусков составляющих звеньев, и заносим их в табл. 3. По результатам

анализа точности технологических процессов принимаем коэффициенты α_i и λ_i [35, стр. 37. табл. 39] и приводим их также в табл. 3.

Таблица 3. Расчетная таблица к рис. 2.1 (вероятностный метод).

Обозначение звеньев	Номинальный размер, мм	Отклонения			Допуски, мм	Характеристики рассеяния	
		ES	EI	Ec		α_i	λ_i
$/K_{\Sigma}/$	8,5	5,775	-4,375	+0,70	10,15	-	-
K_{Σ}	8,5	4,515	-1,995	1,26	6,51	+0,121	0,347
K_1	0,5	0,5	-0,5	0	1	+0,200	0,412
K_3	10	1,5	-1,5	0	3	-0,140	0,390
K_4	3	0,125	-0,125	0	0,25	-0,160	0,350
K_5	10	0	-0,9	-0,45	0,9	-0,180	0,400
K_{Δ}	8	0	-1	-0,5	1	-0,100	0,382
K_6	40	1,25	-1,25	0	2,5	+0,200	0,380

Примечание: K_1, K_6 –увеличивающие звенья; $K_3, K_4, K_5, K_{\Delta}$ –уменьшающие звенья.

Подставив численные значения в уравнения (22) и (23), определяем коэффициенты: $\alpha_{\Sigma}=0,121$; $\lambda_{\Sigma}=0,347$.

5. Поле допуска замыкающего звена при этом определяется по формуле

$$(24): \quad TK_{\Sigma} = 1/\lambda_{\Sigma} \sqrt{\sum_1^6 \lambda_i^2 \cdot T_i^2} \quad (25)$$

После произведения расчетов выявляем, что $TK_{\Sigma} = 6,51$ мм.

6. Среднее отклонение K_{Σ} вычисляем по формуле (26):

$$\begin{aligned} E_{C\Sigma} = & \sum_1^m (E_{C_{\max}} + \alpha_{\max} TK_{\max} / 2) - \sum_1^n (E_{C_{\min}} + \alpha_{\min} TK_{\min} / 2) - \\ & - \alpha_{\Sigma} TK_{\Sigma} / 2 = [(E_{C1} + \alpha_1 \cdot TK_1 / 2) + (E_{C6} + \alpha_6 \cdot TK_6 / 2)] - \\ & - [(E_{C3} + \alpha_3 TK_3 / 2) + (E_{C4} + \alpha_4 TK_4 / 2) + (E_{C5} + \alpha_5 TK_5 / 2) + \\ & + (E_{C\Delta} + \alpha_{\Delta} TK_{\Delta} / 2)] - \alpha_{\Sigma} \cdot TK_{\Sigma} / 2 \end{aligned} \quad (26)$$

Подставив численные значения из табл. 3. получим, что $E_{C\Sigma}=1,26$

7. Предельные отклонения K_{Σ} определим следующими формулами:

$$ESK_{\Sigma}=E_{C\Sigma}+1/2 TK_{\Sigma}; \quad EIK_{\Sigma}=E_{C\Sigma}-1/2 TK_{\Sigma} \quad (27)$$

Вычислив, получим, что: $ESK_{\Sigma} = 4,515$ мм,

$EIK_{\Sigma} = -1,995$ мм.

Результаты заносим в табл.3. Теперь сопоставим полученные результаты с заданными:

$$ESK_{\Sigma} = 4,515 \text{ мм} < 5,775 \text{ мм}; \quad EIK_{\Sigma} = -1,995 \text{ мм} > -3,375 \text{ мм}.$$

Следовательно, заданные значения исходного звена во всех случаях обеспечиваются, и имеется возможность расширить допуски составляющих размеров (примерно 1,56 раза), так как $TK_{\Sigma} = 6,51 \text{ мм} < [TK_{\Sigma}] = 10,15 \text{ мм}$. Сравнивая результаты решения размерной цепи методами полной взаимозаменяемости и вероятности, убеждаемся в преимуществе вероятностного метода. Следовательно, требуемая точность исходного звена вероятностным методом достигается с меньшими затратами на изготовление деталей, т.к. допуски составляющих размеров при этом методе могут быть по крайней мере в 1,33 раза больше существующих, так как:

$$TK_{\Sigma_{\text{вер}}} = 6,51 \text{ мм} < TK_{\Sigma_{\text{полн.вз.}}} = 8,65 \text{ мм}.$$

Как выше отмечали, предельные значения допустимого износа:

$$h_{dmax} = \ell o_{max} - K o_{min} \cdot ctg \varphi; \quad h_{dmin} = \ell o_{min} - K o_{max} \cdot ctg \varphi \quad (28)$$

Учитывая, что $l_o = 96 \pm 0,5$ ГОСТ 8531-78, и определив величину K_o методом размерного анализа и подставив их значения в формулы, получили, что:

$$h_d = 22,3 \dots 29,7 \text{ мм}.$$

Как выше сказано, для повышения значения h_d необходимо сократить величину K_{Σ} :

$$K_{\Sigma o_{min}} = K_{\Sigma} - EIK_{\Sigma}; \quad K_{\Sigma o_{max}} = K_{\Sigma} - ESK_{\Sigma} \quad (9)$$

После расчетов получим, что $K_{\Sigma o} = 0 \dots 6,51$ мм. Тогда, пересчитав значение K_o , находим $K_o = 32,24 \dots 35,74$ мм, и подставив эти значения в формулы (28) и (29), получим:

$$h_d = 33,6 \dots 40,6 \text{ мм}.$$

Отсюда видно, что, уменьшив предельные размеры замыкающего звена на величину $K_{\Sigma min}$, можно увеличить величину допустимого износа в среднем в 1,5 раза. Если величина предельно допустимого износа лемеха изменяется в пределах h_{dmax} , h_{dmin} тогда для получения самозатачивающихся лезвий на его тыльной стороне необходимо выполнить наплавку твердого сплава, соответствующую этим величинам, соблюдая следующие условия:

$$h_{dmin} \leq b_l \leq h_{dmax} \quad (30)$$

где b_l – ширина наплавки лезвия лемеха, мм.

Учитывая распределение размеров деталей при изготовлении, согласно нормального закона, и принимая во внимание отклонение размеров от математического ожидания (Mh_d), равное на величину 3σ (99,7%), а также условия сохранения деталей болтового соединения от износа, величину наплавки можно принять:

$$b_d=25\dots27 \text{ мм} \quad \text{для первого метода расчета,}$$

$$b_d=35\dots37 \text{ мм} \quad \text{для второго метода расчета.}$$

Таким образом применение вероятностного метода расчета при определении предельно допустимого износа рабочих органов с болтовым креплением обеспечит: расширение допусков размеров деталей крепления по крайней мере в 1,33 раза по сравнению с существующим при меньших затратах на их изготовление, а также увеличение величины допустимого износа в среднем в 1,5 раза. На примере лемеха с 22,3...29,3 мм до 33,6...40,6 мм, ширина наплавки с 25...27 мм до 35...37 мм.

Выводы по главе.

1. Метод полной взаимозаменяемости расчета размерных цепей дает замыкающему звену весьма высокие отклонения, в связи, с чем допуск имеет большую величину $TK_{\Sigma} = 8,65$ мм.

2. Применение вероятностного метода расчета при определении предельно допустимого износа рабочих органов с болтовым креплением обеспечит: расширение допусков размеров деталей крепления по крайней мере в 1,33 раза по сравнению с существующим при меньших затратах на их изготовление, а также увеличение величины допустимого износа в среднем в 1,5 раза. На примере лемеха с 22,3...29,3 мм до 33,6...40,6 мм, ширина наплавки с 25...27 мм до 35...37 мм.

Глава 3. Статистические исследования фактической точности изготовления лемехов двухъярусных плугов

3.1. Статистические исследования фактической точности изготовления лемехов двухъярусных плугов.

Как известно, нами ранее были исследованы отклонения значений геометрических параметров новых лемехов выпускаемых заводом "Алтайсельмаш" и по полученным данным сделаны определенные выводы [36].

Республика Узбекистан изготавливает плуги и к ним лемехи у себя на заводах "Чирчиксельмаш", "Бахтсельмаш" и "Ургенчозукамаш". В связи с вышесказанным нами были проведены новые исследования точности изготовления геометрических параметров новых и выбракованных лемехов с целью определения степени соответствия данных действительных размеров к номинальным (чертежным) и использования заложенного ресурса на износ лемехов хозяйствами республики [37].

Исследования серийных лемехов проведены на заводе "Бахтсельмаш" и в хозяйствах Сырдарьинской и Ташкентской областях, путем статистического исследования их геометрических параметров.

Контролируемые параметры лемехов и средства их измерения показаны на рис. 5 и в табл. 4.

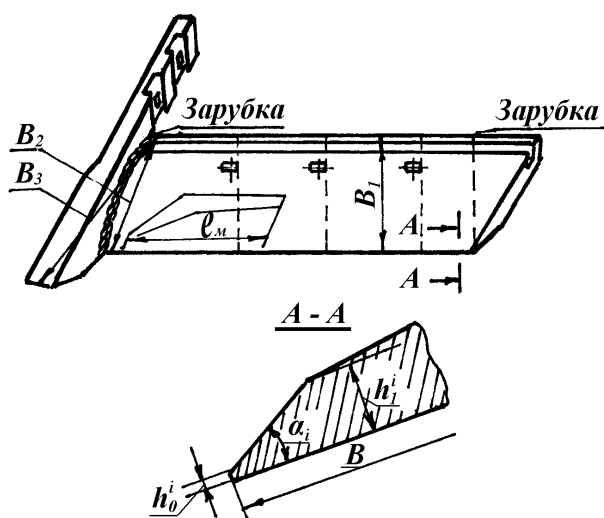


Рис. 5. Контролируемые параметры лемеха

Таблица 4. Геометрические размеры лемехов и инструменты для их измерения.

Размеры	Обозначение	ед. измерения	Величины размера по чертежу	Мерительный инструмент	Точность измерения
Ширина лемеха	B_1	мм	122^{-4}	ШЦ-I	0,05
Длина носка лемеха	B_2	мм	173	тоже	0,05
Длина долота	B_3	мм	267^{+5}	тоже	0,05
Угол заточки лемеха	α_l	град	25^{-5}	угломер	0,03
Угол заточки долота	α_d	град	30^{+5}	тоже	0,03
Толщина кромки лезвия					
Лемеха	$h_{ол}^I$	мм	0 – 1	микрометр	0,01
Долота	$h_{од}^I$	мм	0 – 1	микрометр	0,01
Толщина лемеха в конце заточка (без наплавки)	h_1^I	мм	$5,5 \pm 0,5$	микрометр	0,01

В результате проведенного анализа установлено, что рассеивание значений параметров лемеха подчиняется закону нормального распределения. Вероятность согласия эмпирических и теоретических распределений проверена по критерию согласия Колмогорова [38], в которых если вероятность согласия $P(\lambda)$ более 0,05, то эмпирическая кривая согласуется с теоретической. Метрологические исследования новых и изношенных лемехов проводились при нормальной температуре окружающей среды. Результаты обработки полученных данных приведены в табл.5.

Объем выборки для новых лемехов составляет 104 шт, а для изношенных 115 шт. После обработки полученных данных результаты средне взвешенных показателей размеров сопоставили с полем допуска на их изготовление и выявили следующее. Толщина кромки лезвия лемеха по требованию на изготовление не должен превышать 1 мм. Однако, как видно по данным табл. 5. и рис.6 она больше, чем допустимое в средней части, и в зоне носка лемеха соответственно в 1,53 и 1,74 раза. Среднее значение толщины долота находится в пределах допуска. Причина этому в основном кроется в использовании лемешной полосы периодического проката 122С ГОСТ 12492-67, допускаемой согласно технологическому процессу

изготовления лемеха ПЯШ-01.200 в замену без магазинной полосы 142-570Д ТУ14-2-291-77. Наибольшая толщина лезвия наблюдается в зоне размещения магазина, где она равна 6,2 мм. В 50 мм от носка лемеха в зоне магазина на длине 116,25мм (рис.7) средняя толщина лезвия составляет 3,86 мм.

Таблица 5. Определяемые геометрические параметры лемехов

Название параметров	Обозначение	Показатели математической обработки данных				Значение критерия согласия Колмогорова
		M_{cp}	σ	$V, \%$	Pt	λ
НОВЫХ						
Толщина кромки лезвия, мм						
лемеха в средней части	h_0^1	1,53	0,13	8,59	0,01	0,99
в зоне носка	h_0^2	1,74	0,07	4,14	0,01	0,45
в зоне носка магазина	h_0^4	6,22	0,88	14,17	1,22	0,63
долота	h_0^3	0,79	0,08	10,77	0,01	1,0
Толщина лезвия лемеха в конце заточки, мм						
в хвостовой части	h_1^1	6,24	0,14	2,22	0,01	0,87
в средней части	h_1^2	6,58	0,17	2,52	0,02	0,99
в зоне носка	h_1^3	6,92	0,31	4,52	0,03	0,68
в зоне магазина	h_1^4	7,85	0,71	9,8	0,09	0,46
Угол заточки, град						
лемеха в средней части	α_1	26,76	0,43	1,62	0,04	0,27
в зоне носка	α_2	27,42	0,74	2,70	0,07	0,54
долота	α_3	29,21	0,78	2,67	0,08	0,71
Ширина лемеха, мм						
в средней части	B_1	121,786	0,08	0,07	0,80	0,79
длина носка лемеха	B_2	167,82	0,80	0,48	0,08	0,96
длина носка долота	B_3	197,62	0,86	0,43	0,08	0,38
Длина магазина в зоне лезвия, мм	l_m	116,25	27,89	23,99	2,12	1,00
ИЗНОШЕННЫХ						
Ширина лемеха мм,						
в хвостовой части	B^1_1	102,49	7,61	7,40	0,71	0,07
в средней части, мм	B^1_2	106,92	6,14	5,74	0,57	0,81
в зоне носка	B^1_3	103,72	5,14	4,95	0,48	0,63

Известно, что увеличение толщины лезвия связано с повышением тягового сопротивления плуга [39, 40]. Наличие магазина способствует увеличению толщины несущего слоя и, как следствие ведет к нарушению эффекта самозатачивания на 25% части длины лезвия. Обычно магазин используется для усиления носка долотообразных лемехов П-702 и др. а

также при их ремонте (под оттяжку). Поскольку лемех ПЯШ-01.200 имеет приварные долота, то необходимость в магазине отпадает. Лемеха нижнего яруса двухъярусных и других плугов в настоящее время восстанавливают централизованно путем отрубki лезвия лемеха и носка долота, следовательно, и второе назначение магазина также отпадает.

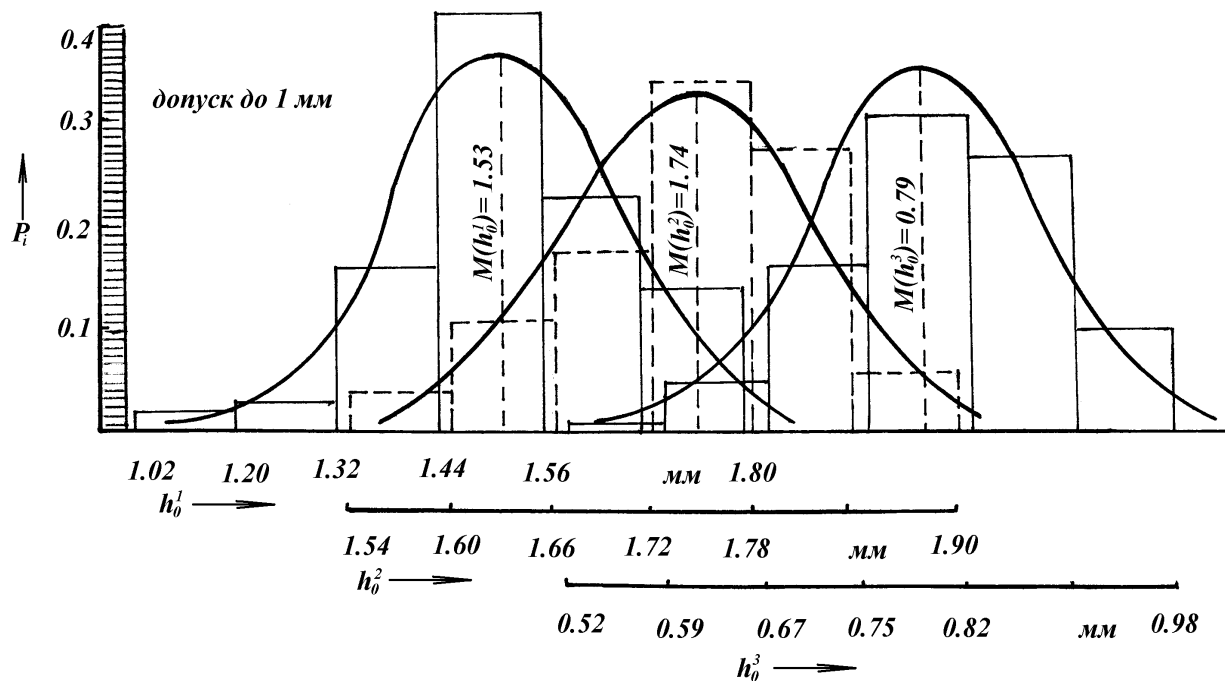


Рис. 6. Статистические оценки толщины кромки лезвия на хвостовой (h_0^1), средней (h_0^2) и носовой части (h_0^3) лемех.

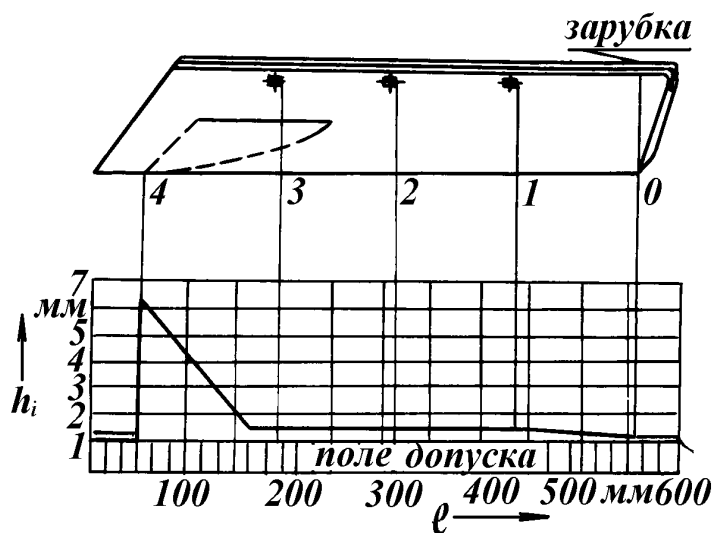


Рис. 7. Изменение толщины кромки лезвия по длине лемеха ПЯШ 01.200

По углу заточки лемеха и долота (рис.8) разница по сравнению с допуском больше в 0,73...1,53 раза.

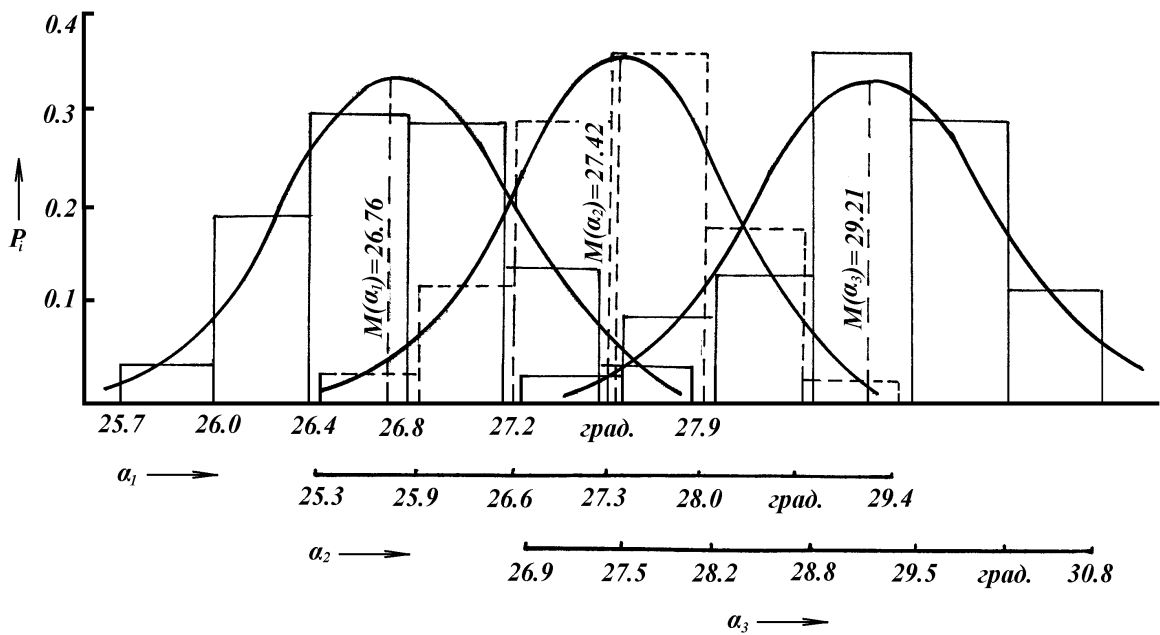


Рис. 8. Распределение величин углов заточки по длине лезвия на хвостовой (α_1) средней (α_2) и носовой части (α_3) лемех.

Изучение состояния ширины нового лемеха в 5 сечениях показало, что математическое ожидание величины ширины лемеха составляет в средней части $M(B_1)=121,786$ мм (рис.9), что находится в пределах допуска на изготовление.

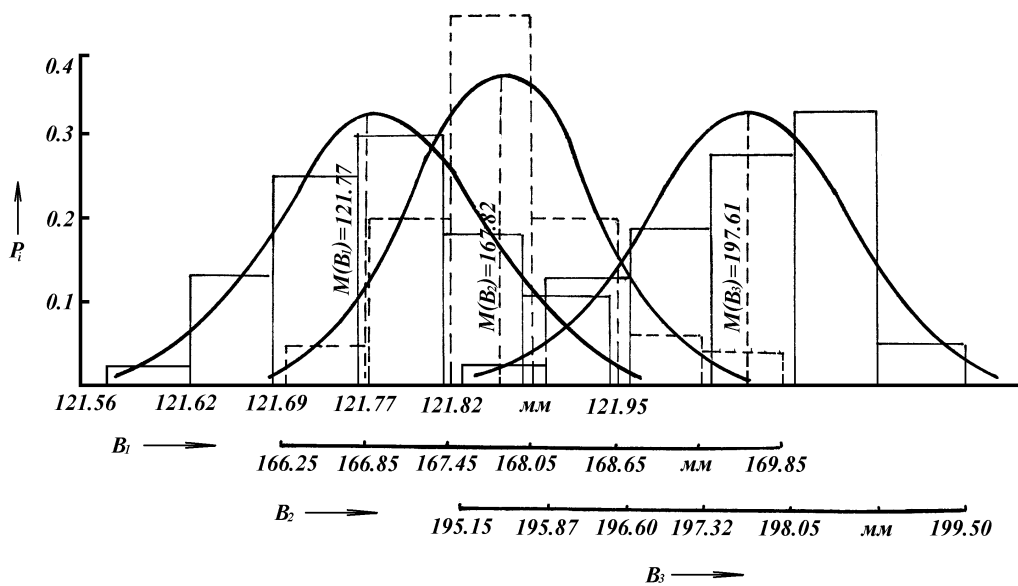


Рис. 9. Статистическая оценка ширины нового лемеха и длины носка долота

Если сравнить полученные статистические данные с данными предыдущих исследований, то можно заметить следующее: По толщине кромки лезвия и по углу заточки улучшений в отношении точности не наблюдается. Исходя из многолетних наших наблюдений можно сказать, что остов лемеха с такими геометрическими параметрами в процессе эксплуатации не обеспечит установленные требования по самозатачиваемости. Если учесть, что на тыльной стороне лезвия в настоящее время не делается наплавка твердого сплава, то этот вопрос еще более усугубляется.

Вылет носка долота составляет (рис.5):

$$L = B_3 - B_2 = 197,62 - 167,82 \approx 30 \text{ мм.}$$

3.2. Статистические исследования выбракованных лемехов двухъярусных плугов

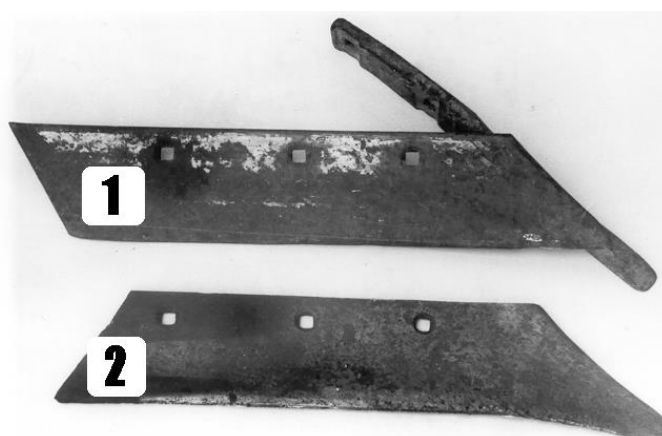
В зоне хлопкосеяния для основной обработки почвы в основном используют долотообразные лемеха типа П-702 и параллелограммный лемех с приваренным и нему долотом типа ПЯШ-01.200 (рис. 10).

Статистические исследования выбракованных лемехов позволяют определить причины выбраковки и величины износов.

С целью определения износов лемехов типа ПЯШ-01.200 производился микро-метраж выбракованных лемехов (рис.11) из ремфонда Урта-Аульского РМЗ поступающих с разных уголков республики.

Измеренные лемеха, состоящие из 115 шт. выбирали путем случайной отборки из большого объема выбракованных лемехов, хранящихся в ремфонде завода. На основе проведенных анализов и обработок, полученных статистических данных можно отметить пять характерных дефектов; износ долота по длине; износ лемеха по ширине, износ лемеха по толщине, изгиб лемеха в продольной плоскости. Коэффициенты повторяемости этих дефектов равны соответственно 1,0; 1,0; 1,0; 0,2. Если рассмотреть их влияние на работоспособность, то можно отметить, что первые два и

последний дефекты способствуют нарушению устойчивости хода по глубине вспашки, а третий дефект влияет на самозатачиваемость и прочность лемеха.



1-лемех ПЯШ-01.200; 2-лемех П-702

Рис. 10. Лемеха, применяемые в плугах

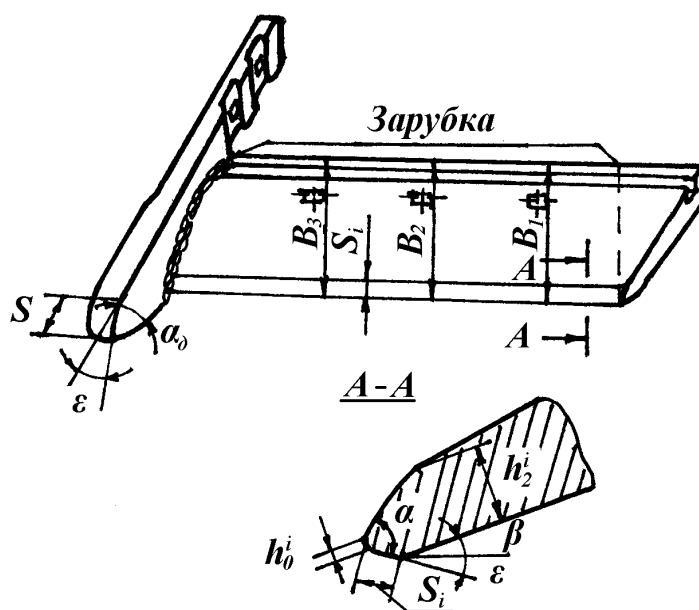
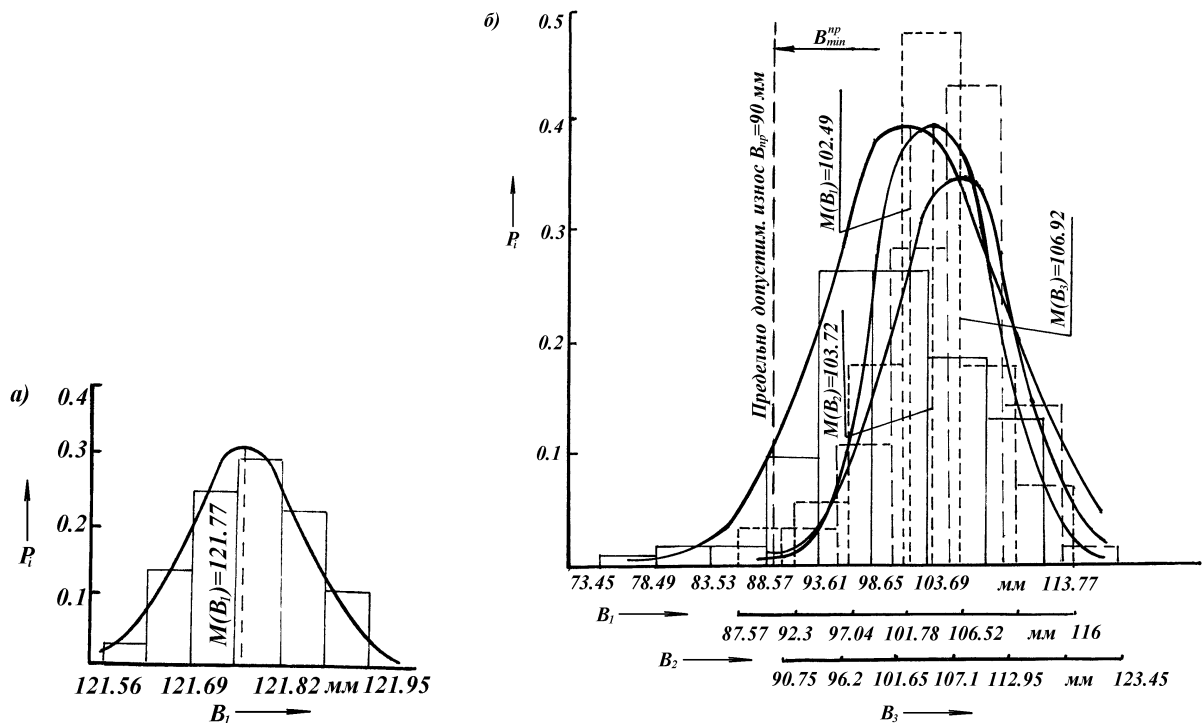


Рис. 11. Контролируемые основные пара метры лемехов типа ПЯШ-01.200

Для изучения состояния выбраковки лемехов мы предварительно изучали ширину нового лемеха в пяти сечениях объемом выборки $n=104$ шт. Исследования проведены на заводе “Бахтсельмаш” и в хозяйствах Сырдарьинского и Джизакского вилоятов. Результаты показали, что

математическое ожидание величины ширины нового лемеха составляет $M(B_1)=121,786$ мм ($\sigma=0,08$ мм, $V=0,07\%$; $P_t=0,8$), что находится в пределах допуска на изготовление (рис.12,а). Изношенные и выбракованные лемеха имеют величину ширины в сечении: $B_1=102,49$ мм ($\sigma=7,61$ мм; $V=7,4\%$; $P_t=0,71$); $B_2=106,92$ мм ($\sigma=6,14$ мм; $V=5,74\%$; $P_t=0,57$); $B_3=103,72$ мм ($\sigma=5,14$ мм, $V=4,95\%$; $P_t=0,48$) (рис.12, б). Нетрудно заметить, что величина износа наплавленных твердым сплавом лемехов по ширине составляет 14,86...19,3 мм, что меньше, чем допустимая величина 49,5...64,3%, причем в хвостовой части лемеха изнашиваются до 15 мм, что составляет 16,5% из объема измеренных лемехов и до 19 мм, что составляет 65% из объема выборки, а в средней части соответственно до 15 мм 42% и до 19 мм 33%.

Как показали наши исследования по ширине лемеха типа ПЯШ-01.200 можно износить до 90 мм [15]. Исходя из этого расчета можно отметить, что по ширине лемеха заложенный ресурс используется на 36,7...41,5%, что связано с удорожанием стоимости одного га пахоты.



а) нового и б) изношенного лемеха.
Рис. 12. Вариационные кривые распределения ширины.

Как видно из рис. 13 значительный износ наблюдается со стороны бо-
роздного и полевого обреза, причем их значения меньше, чем в средней
части лемеха. Более чем у 80% долот полностью изнашивается наплавленный
твердый слой. Это связано с тем что носок долота испытывает в 3...5 раза
большее давление от почвы, чем на лезвие лемеха, имеет толщину наплавки

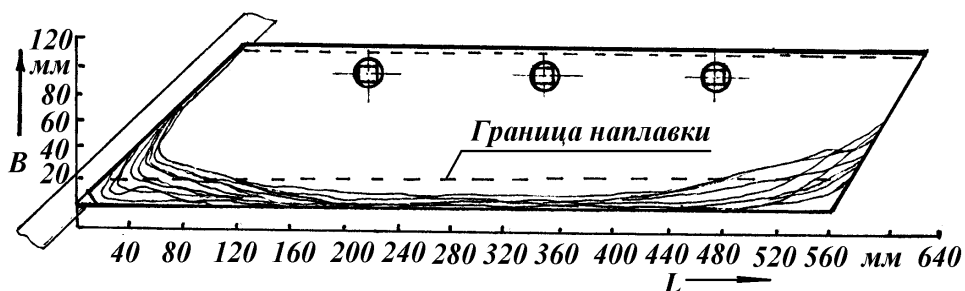
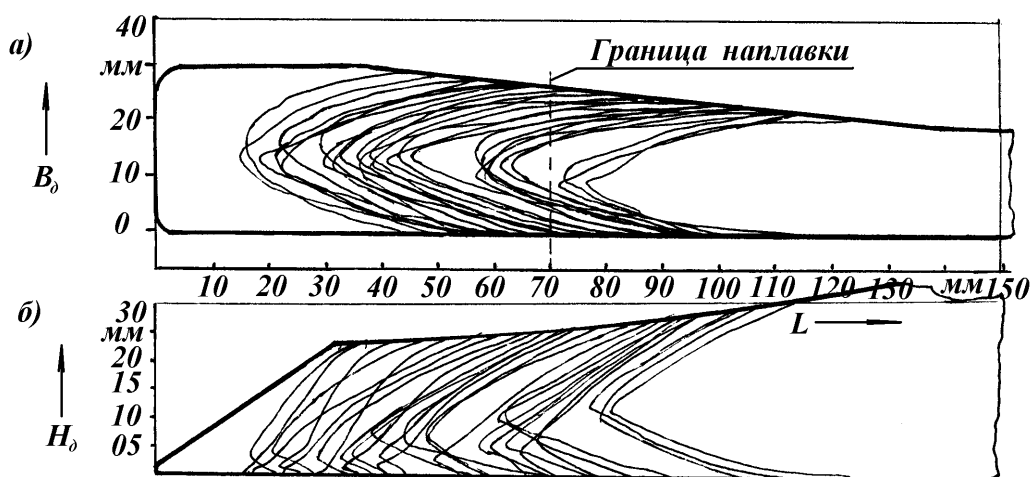


Рис. 13. Контуры лезвий изношенных лемехов

$1,1 \pm_{0,3}^{0,7}$ мм против $1,7 \pm 0,4$ мм на лезвии лемеха, что является
недостаточным для носка долота. Изучением результатов измерения износов
носка долота выявили, что при длине наплавки по чертежу 70^{+5} мм, 86%
лемехов выбраковывается из-за износа носка долота по длине на 45 мм.
Изношенные режущие кромки носка долота заострены в виде шила (рис.14).



а) в плане и б) в ортогональном сечении

Рис. 14. Износ долот лемеха по длине

Большое распределение значений износов по длине долот (20...115 мм) можно объяснить, тем, что они работали в различных почвенных условиях и большим разбросом значений толщины наплавки.

Из приведенных данных можно выявить, что износ лемеха по ширине остова и длине долота до предельных размеров не является доминирующей причиной выбраковки. Снятие с эксплуатации лемехов производится с остаточным слоем наплавки на лезвии лемеха и полностью изношенным вылетом носка с некоторым остаточным слоем наплавки.

Как известно, лемеха выбраковываются не только по износу и ширине лемеха, длине долота, а также значениями затылочной фаски на лезвии лемеха и на носке долота, так как ширина и угол наклона затылочной фаски при определенных значениях способствуют выглублению плуга. В связи с этим статистическому исследованию были подвергнуты параметры этой фаски. Размерами определяющими выталкивающую силу и выглубление плуга является угол наклона и высота затылочной фаски. Эти параметры обуславливают объем сминаемой почвы [41...43]. Анализ полученных результатов показывает, что 75% лемехов имеют величину затылочной фаски по ширине менее 3,1 мм, а по высоте менее 1,1 мм. Это говорит о том, что лезвие лемеха самозатачивается удовлетворительно, затылочная фаска в основном образована на наплавленном слое.

У носка долота в основном режущее лезвие имеет затылочную фаску, высота которой колеблется в пределах 4...12 мм, а ширина в пределах 30...70 мм. Эти значения говорят о том, что у носков долот эффект самозатачивания отсутствует вообще.

Изучение износа по толщине лезвия лемеха и ширине носка долота показали, что они имеют небольшие значения. Если толщина лезвия нового лемеха в конце заточки в хвостовой, средней и носовой части составляют соответственно 6,24 мм ($\sigma=0,14$ мм, $V=2,22\%$, $P_i=0,01$), 6,58 мм ($\sigma=0,17$ мм, $V=2,52\%$, $P_i=0,02$), 6,92 мм ($\sigma=0,78$ мм, $V=2,67\%$, $P_i=0,03$), выбракованные имеют износ в хвостовой, средней и носовой части лемеха соответственно

21,3%, 22,5%, 20,5%. Если ширина носка у нового долота составляла 31,46 мм ($\sigma=1,48$ мм, $V=4,32\%$, $P_t=1,3$), то у изношенных она составляла 22,86 мм. При толщине нового долота 18,64 мм ($\sigma=1,25$ мм, $V=4,23\%$, $P_t=2,1$) у выбракованных она имеет значение 2,5...15 мм. Это говорит о том, что лезвие лемеха и носок долота имеют достаточную прочность и после износа.

При массе нового лемеха 6,46 кг, изношенный имел 5,67 кг, т. е. износ по массе составляет 22,3%. Анализ показал, что основная потеря металла происходит в носовой части долота и лезвии лемеха.

Выводы по главе.

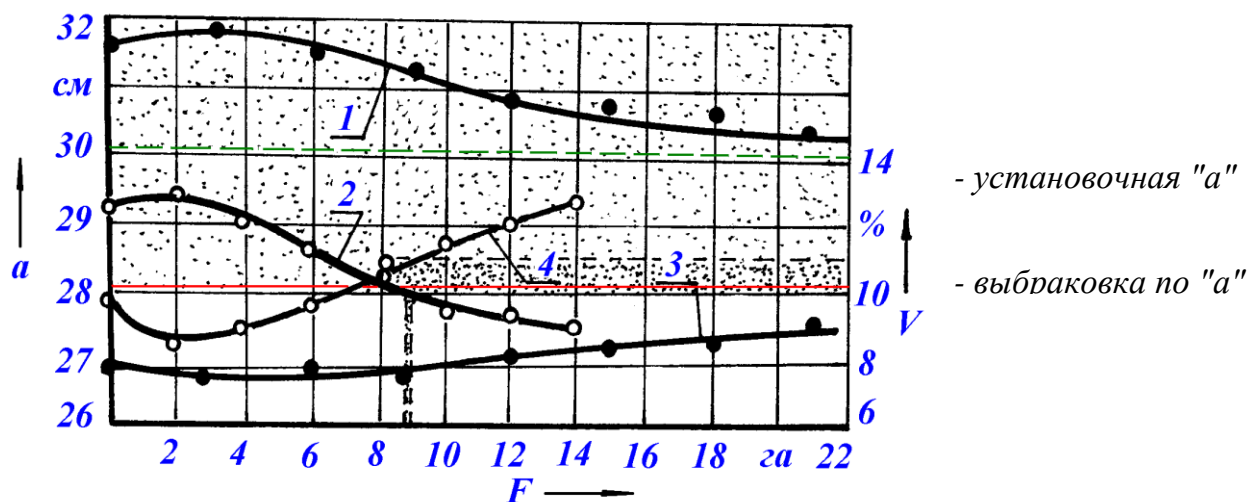
1. Установлено, что толщина кромки лезвий выпускаемых заводом больше, чем допустимое значение на лемехе в 1,53...6,22 и на долоте на 79%, величина угла заточки отклоняется от допуска в 1,53 раза. Изготовление лемехов из магазинного проката при применении долот нецелесообразно.

2. Выбраковывание лемехов производится недоиспользованием их ресурса по ширине на 49,5...64,3%. Долото с вылетом носка 30...45 мм не обеспечивает равноресурсности с лезвием лемеха и имеет в 3...5 раз большие линейные показатели износа;

4. Зависимость агротехнических показателей плуга от износа лемехов.

В результате проведенных работ выявили, что лемеха с долотом как новые, так и изношенные обеспечивают устойчивую работу плуга. Они имеют лучший коэффициент вариации, чем долотообразные (рис.15). Серийные лемеха после наработки на лемех 9 га теряют способность к устойчивой работе (см. рис. 15). Коэффициент вариации у них возрос по сравнению с новыми на 28%, причем, выбраковочная величина коэффициента вариации у серийных лемехов, как видно из графика, составляет 10... 11%, а у экспериментального лемеха после наработки 40 га этот показатель вырос только на 13,4%. Глубина вспашки плугом уменьшилась по сравнению с

заданной глубиной на 2,0 см. Причиной нарушения равномерности глубины хода плуга является непрерывное увеличение ширины и угла затылочной фаски носка долота серийного лемеха.

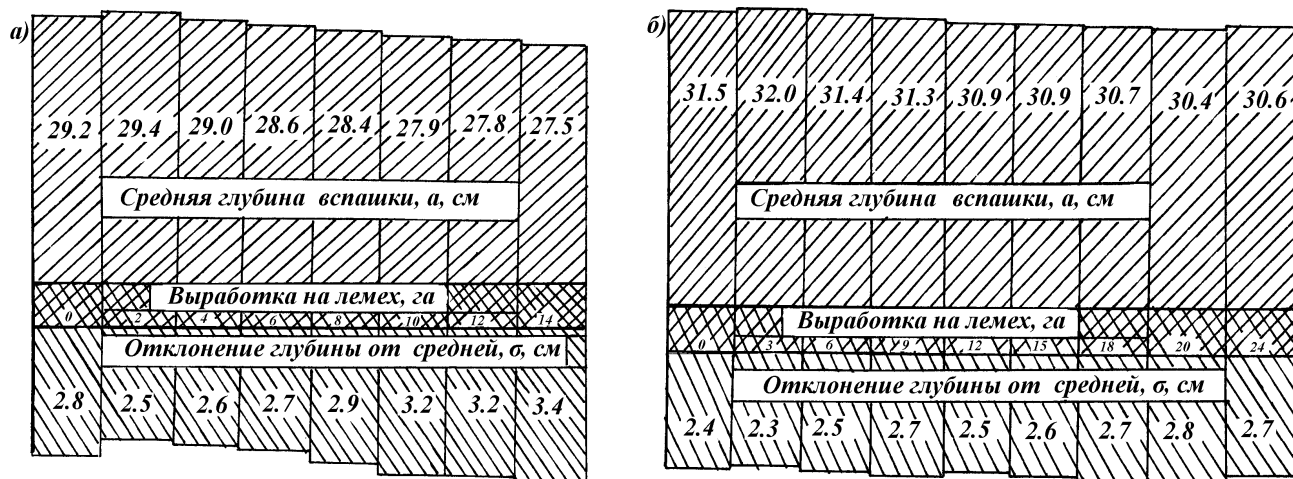


1, 3 – лемех с долотом; 2, 4 – долотообразный лемех;

Рис. 15. Зависимость глубины вспашки (1, 2) и равномерности хода плуга (3, 4) от наработки.

Результаты исследований показали, что применение лемехов с вылетом носка долота 90 мм способствует лучшему заглублению и более устойчивому ходу плуга по глубине до предельного износа долота по длине и лемехов по ширине. Это очень важно при вспашке уплотненного подпахотного горизонта в зоне хлопкосеяния.

Изучение влияния степени затупления лемехов корпуса плуга на среднюю глубину (рис.16,17) при работе с долотообразными лемехами и лемехами с долотом показало, что в начале работы первые лемеха, как и вторые, выдерживают глубину вспашки в допустимых пределах, но с некоторыми отклонениями. Отклонения у второго лемеха более стабильны, что можно объяснить геометрической формой носка долота, которое обеспечивает хороший забор глубины и более устойчивый ход (рис.16, б).



а – долотообразный лемех; б – лемех с долотом.

Рис. 16. Влияние степени затупления лезвия лемеха на глубину вспашки.

По мере затупления лезвия лемеха глубина вспашки уменьшается, а разброс ее значений относительно средней глубины вспашки увеличивается (см. рис. 16). Это положение более ярко иллюстрировано на рис. 17, в, г, где видно, что долотообразные лемеха седьмой степени изношенности ($F=14$ га) имеют траекторию движения в пределах глубины обработки 23...29 см, что по агротехническому требованию недопустимы. Как видно (рис.17,г) лемехи с долотом восьмой степени изношенности ($F=30$ га) в основном имеют траекторию движения в пределах глубины 28...32 см, что удовлетворяется требованиями агротехники.

Для $\sigma = \pm 2$ см колебания глубины вспашки в допустимых пределах составит 28...32 см. Установлено, что 64% всех размеров у серийных лемехов соответствует этому пределу. Величины глубины более 32 см и менее 28 см составляют соответственно 16 и 20%. У лемехов с долотом эти величины равны соответственно 55%, 41% и 4%.

Если учесть, что уменьшение глубины менее 28 см отрицательно сказывается на качестве работы и наоборот увеличение ее более 32 см положительно, тогда сможем сказать, что вспаханное поле у долотообразных лемехов на 80% выполнено качественно, а лемехов с долотом эта величина

равна 96%, т.е. всего 4% вспаханного поля имеет глубину вспашки менее установленного допуска.

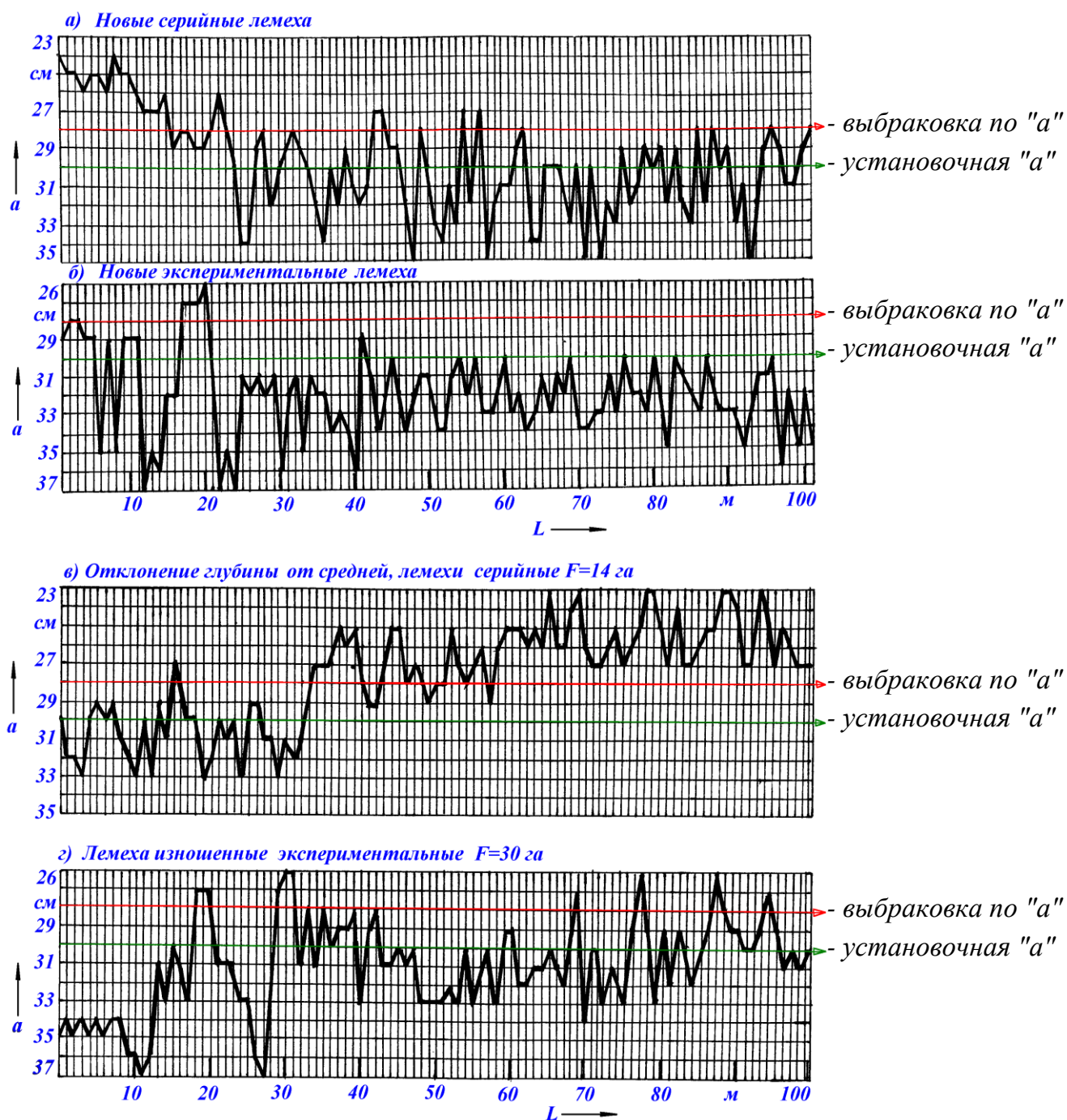


Рис. 17. Отклонение глубины вспашки при работе с новыми (а, б) и изношенными (в, г) лемехами.

Изучение изменения глубины вспашки у изношенных лемехов показало, что долотообразные лемеха после 14 га качественную работу выполняют только на 42% вспаханного поля. Тогда как у лемеха с долотом

после наработки 30 га она составляет 89%. У первого 58%, а у второго 11% вспаханной площади глубина вспашки меньше 28 см.

Выводы по главе.

1. Изношенные лемеха с долотом обеспечивают устойчивую работу плуга до конца ресурса, а трапециевидные лемеха после 9 га теряют способность к устойчивой работе и выбраковываются с остаточным ресурсом на 50...60% по лезвию лемеха, при этом коэффициент вариации возрастает до 10...11%. Глубина вспашки уменьшается на 2 см, что по агротребованию является выбраковочной величиной.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. Вопрос затупляемости наплавленных долот и повышение эффективности самозатачивания лезвия лемехов остаются нерешенной и требует проведения соответствующих работ на уровне теоретических и экспериментальных исследований

2. Наиболее важным фактором, влияющим на работу почвообрабатывающих машин, является величина затылочной фаски, (т.е. ширина, высота; угол наклона) образующейся на режущих кромках. При достижении у лезвия рабочего органа предельной величины затылочной фаски в результате возникновения выталкивающей силы больше допустимой нарушаются агротехнические показатели работы почвообрабатывающей машины (равномерность и глубина обработки, ширина захвата и т.д.). При этом, чем плотнее обрабатываемые почвы, что является характерным для поливных земель в зоне хлопководства, тем меньшие значения затылочных фасок являются предельными.

3. Метод полной взаимозаменяемости расчета размерных цепей дает замыкающему звену весьма высокие отклонения, в связи, с чем допуск имеет большую величину $TK_{\Sigma} = 8,65$ мм.

4. Применение вероятностного метода расчета при определении предельно допустимого износа рабочих органов с болтовым креплением обеспечит: расширение допусков размеров деталей крепления по крайней мере в 1,33 раза по сравнению с существующим при меньших затратах на их изготовление, а также увеличение величины допустимого износа в среднем в 1,5 раза. На примере лемеха с 22,3...29,3 мм до 33,6...40,6 мм, ширина наплавки с 25...27 мм до 35...37 мм.

5. Установлено, что толщина кромки лезвий выпускаемых заводом больше, чем допустимое значение на лемехе в 1,53...6,22 и на долоте на 79%, величина угла заточки отклоняется от допуска в 1,53 раза. Изготовление лемехов из магазинного проката при применении долот нецелесообразно.

6. Выбраковывание лемехов производится недоиспользованием их ресурса по ширине на 49,5...64,3%. Долото с вылетом носка 30...45 мм не обеспечивает равноресурсности с лезвием лемеха и имеет в 3...5 раз большие линейные показатели износа;

7. Изношенные лемеха с долотом обеспечивают устойчивую работу плуга до конца ресурса, а трапециевидные лемеха после 9 га теряют способность к устойчивой работе и выбраковываются с остаточным ресурсом на 50...60% по лезвию лемеха, при этом коэффициент вариации возрастает до 10...11%. Глубина вспашки уменьшается на 2 см, что по агротребованию является выбраковочной величиной.

ИНФОРМАЦИОННО-РЕСУРСНЫЕ ИСТОЧНИКИ.

1. Хлопчатник интенсивная технология. -М.: ВО Агропромиздат, 1989. -65 с.
2. Типовые технологические карты по возделыванию основных сельскохозяйственных культур и производству продукции 1999...2005 гг. –Ташкент: 1999. -52 с.
3. Байметов Р.И. Разработка технологий и комплекса машин для предпосевной обработки почвы в зоне хлопководства: Дисс. ... докт. техн. наук. -Янгиюль, 1990. -469 с.
4. Рудаков Г.М. Машины для основной и предпосевной обработки почвы. – Ташкент: Узбекистан, 1981. -68 с.
5. Соколов Ф.А. Агрономические основы комплексной механизации хлопководства. –Ташкент: Фан, 1977. -244 с.
6. Горячкин В.П. Собрание сочинений. В 3-х т. -М.: Колос, 1968. Т.2,-456 с.
7. Курбаналиев З., Нуриев К.К. Экспериментальная проверка эффективности технологии и системы машин для производства хлопка-сырца // Механизация хлопководства. 1989. №11, -С. 19...21.
8. Курбаналиев З., Нуриев К.К. Техничко-экономические показатели технологии и системы машин по производству хлопка-сырца // Механизация хлопководства. 1991. №9, -С. 19...20.
9. Жидовинов В.П. Двухъярусный плуг марки ПЯ-3-35 // Техника в сельском хозяйстве, 1970. №1, -С. 45...46.
10. Зайцев В.Ф. и другие. Исследование фактического уровня надежности серийных плугов ПЯ-3-35 и ПН-4-35 // В сб. Вопросы механизации работ в полеводстве и животноводстве Киргизии. –Фрунзе: 1985. -С. 48...54.
11. Повышение надежности и долговечности сельскохозяйственных машин. Вторая всесоюзная НТК / Материалы. -М.: 1989. -С. 150...164.
12. Нуриев К.К. Влияние износа лемехов на показатели работы двухъярусных плугов // Механизация хлопководства. 1989. №10, -С. 3.

13. Рахматов О., Нуриев К. К., Малинин А. Исследование динамики и характера износа долот лемехов с различными параметрами носка // Непрерывное экологическое образование и экологические проблемы. Сб. статей по материалам Всероссийской научно практической конференции.-Т.1.-Красноярск, 2004.-С.236...243.
14. Чернов Б.А., Шамгунов В.Х., Рахмонов Г.Р. Исследование износов и обоснование выбраковочных параметров лемехов для поярусной вспашки // Механизация хлопководства. 1981. №2, -С. 17...19.
15. Рудаков Г.М., Нуриев К.К. Определение предельного износа лемеха двухъярусного плуга // Механизация хлопководства. 1988. №2, -С. 4...5.
10. Зрулин В.И., Чернов Б.А. Исследование изнашивания лемехов для двухъярусной вспашки и определение их оптимальных параметров // Механизация хлопководства. 1984. №12, -С. 15...17.
11. 028225030036 Влияние почв поливного хлопководства на ресурс рабочих органов. –Андижан: 1992. -65 с.
12. Установление зональных норм расхода рабочих органов для двухъярусных плугов ПЯ-3-35. Отчет Андижанского института хлопководства. –Андижан: 1986. -С. 3...49.
13. Алипов Г.И. Распределение давления на площадку износа экскаваторных ковшей // Сборник Горные, строительные и дорожные машины. –Киев: Техника, вып. 2, 1985.
14. Клецкин М.И. Методика полевых испытаний лемехов тракторных плугов на износ // Сборник Повышение износостойкости лемехов. -М.: Машгиз, 1956. -С. 20...26.
15. Кичигин А.Ф. и другие. Механические разрушение горных пород комбинированным способом. -М.: Машиностроение, 1972.
16. Гаврилов Ф.И. Влияние износа лемехов на работу плуга // Сборник Повышение долговечности рабочих органов сельскохозяйственных машин. -М.: Машгиз, 1960. -С. 66...73.

17. Корушкин Е.Н. Зависимость износа лемехов от состава почвы // В сборнике Повышение долговечности рабочих деталей почвообрабатывающих машин. -М.: Машгиз, 1960. -С. 116.
18. Корушкин Е.Н. Исследование износов лемехов в Новосибирской области. Автореферат дисс. ... канд. техн. наук. -Новосибирск, 1953. -16 с.
19. Огрызков Е.П. Физические основы износа лезвий лемехов // Земля сибирская дальневосточная. -1975. №7, -С. 28...31.
20. Конаков В.В. Исследование работоспособности и плужных лемехов в зависимости от физико-механических свойств почв нечерноземной зоны РСФСР (на примере почв Волго-Вятского экономического района). К 212263. Канд. дисс. -М.: 1978.
21. Рабинович А.Ш. О расчете профиля стабилизированного однородного почворезущего лезвия // Тракторы и сельхозмашины. 1982. №5,-С.20...22.
22. Рабинович А.Ш., Новожилов В.И. Некоторые показатели условий изнашивания лезвий почворезущих деталей. Сборник Восстановление деталей, ремонт и диагностика машин. -Калуга, 1977. -С. 225...232.
23. Шарипов Ш. Устойчивость работы плуга в зависимости от износа его лемеха // Труды САИМЭ, 1980. №20, -С. 41...46.
24. Ларин Г.И. Исследование изнашивания рабочих органов плугов на почвах лесной зоны. К 1435332. Канд. дисс. -М.: 1973.
25. Севернев М.М. Износ деталей сельскохозяйственных машин. -Л.: Колос, 1977. -288 с.
26. Виноградов В.И. Взаимодействие рабочих органов лемешного плуга с почвой и методы снижения энергоемкости пахоты. Автореферат дисс. ... докт. техн. наук. Саратов, 1967. -32 с.
27. Бинокуров В.Н. Влияние износа плужных лемехов на тяговое сопротивление // Тракторы и сельхозмашины. 1987. №5, -С. 18...21.
28. Рабинович А.Ш. Самозатачивающиеся плужные лемеха и др. почворезущие детали машин. -М.: БТИ ГОСНИТИ, 1962. -С. 3...103.

29. Ларин Г. Влажность почвы и износ лемехов // Техника в сельском хозяйстве, 1974. -№3, -С. 59...60.
30. Норкулов С. Увлажненность почвы в пахотном горизонте поливной зоны Уз ССР // Механизация хлопководства. 1977. №10, -С. 10...12.
31. Шарипов Ш. Изменение агротехнических показателей работы плуга в зависимости от продолжительности эксплуатации // Механизация хлопководства. 1972. №1, -С. 5...6.
32. Нуриев К.К. Исследование износа экспериментальных лемехов двухъярусных плугов в зоне хлопкосеяния. Механизация сельскохозяйственных процессов в хлопководстве. - Т.: 1986 // Труды САИМЭ.вып.27.-С.150...155.
33. Серый И.С. Взаимозаменяемость, стандартизация и техническое измерение. -М.: Агропромиздат, 1987. -183 с.
34. Допуски и посадки. Справочник. 2-том. Под. ред. В.Д. Мягкова -Л., Машиностроение, 1983. -С. 3...406.
35. Нуриев К.К. Отклонение значений геометрических параметров лемехов двухъярусных плугов в процессе их изготовления // Труды САИМЭ. выпуск. –Ташкент: 1988. -С. 31...39.
36. Нуриев К.К., Ибрахимов И. Исследование фактической точности изготовления и выбраковки лемехов двухъярусных плугов // Вестник Гул ГУ, 2001. №1, -С. 58...64.
37. Солонин И.С. Математическая статистика в технологии машиностроения. -М.: Машиностроение, 1972. -С. 5...105.
38. Шарипов Ш. Устойчивость работы плуга в зависимости от износа его лемеха // Труды САИМЭ, 1980. №20, -С. 41...46.
39. Галлямов Р.М. Влияние состояние лемехов на качество пахоты // Техника в сельском хозяйстве. 1980. №3, -С. 10...11.
40. Чекуров В.Н. и другие. Получение тонкостенных биметаллических режущих элементов почвообрабатывающих машин методом литья по газифицируемым моделям // Тезисы докладов республиканской НТК, - Ташкент: 1985. -С. 192.

41. Рашидов Х.И., Колесник Н.Д. Рациональные приёмы обработки орошаемых почв. Земледелие, 1983. №4, -С. 42...43.
42. Панов И.М. Актуальные проблемы развития современного земледелия и земледельческих орудий // Тракторы и сельхозмашины.1999. №1, -С. 1..6
43. Исследовать и обосновать пути повышения износостойкости и самозатчиваемости режущих элементов, внедрение и ремонт лемехов для поярусной вспашки. Отчет СредазГОСНИТИ и ЦОКТБ, 1984. инв. №0066892, -С. 3...117.
44. <http://farmer-business.info> , <http://www.ziyonet.uz>
45. <http://www.bubblegum.ru/articles/>, <http://z.pr.organizations.ru/pr/1300.htm>
46. <http://vlagomer.h1.ru>; www.meridian.bip.ru
47. http://refma.com.ua/rus/machin/holod_mach00.htm