

## ИЗНОСЫ ЛЕМЕХОВ ПЛУГОВ ПРОИЗВОДСТВА КОМПАНИИ VOGEL & NOOT

*Н.Ю. Кожухова, канд. техн. наук,  
К.С. Поджарая, аспирант (ГНУ ГОСНИТИ Россельхозакадемии),  
М.А. Михальченкова, соискатель (Брянский институт управления и  
бизнеса, (483-54-759, e-mail: ing@bgsha.com)*

**Аннотация.** Приведены результаты статистического анализа износов по толщине и ширине лемехов компании Фогель и Ноот. Установлены их максимальные численные значения и рекомендованы линейные размеры, определяющие предельное состояние детали.

**Ключевые слова:** лемех плуга, линейные размеры, износ, статистический анализ, предельное состояние.

Проведение статистического анализа изменения линейных размеров и износов лемехов позволит выявить их геометрический характер, место расположения, а также численные значения, которые дадут основание для разработки наиболее приемлемого способа восстановления, отличающегося высокой эффективностью.

В процессе исследования и многолетнего опыта использования импортных лемехов и в частности лемехов компании Фогель и Ноот, в основном отмечались дефекты, связанные с износами. Отдельные случаи поломки и появления трещин в деталях являются следствием грубых нарушений правил использования плугов и носят крайне редкий характер, что позволило не проводить их детального рассмотрения.

Аналізу подвергались 32 лемеха, утратившие работоспособное состояние, и поэтому снятые с эксплуатации вследствие полного истирания режущей части.

Лемеха использовались при пахоте на полях одного хозяйства с преимущественно супесчаными и легкосуглинистыми почвами.

Наработка лемехов до утраты ими работоспособного состояния ( $T_{пр}$ ) оказалась ниже ожидаемой и составила около 25 га на изделие. (По информации, поступившей из хозяйств, имеющих средне- и тяжелосуглинистые почвы,  $T_{пр}$  составило около 60-70 га. Наблюдения проводились в тот же период времени, что и для опытных образцов.) Следует полагать, такая наработка связана с увеличенной влажностью ( $W$ ) почвы ( $W = 23\%$  при средней  $18\%$ ). Известно, что повышенная  $W$  супесчаных почв приводит к резкому росту их изнашивающей способности [1].

Измерения износов осуществлялись согласно следующей схеме (рис. 1). По толщине ( $\Delta h_i$ ) - в 15 точках; износы режущей части не могли быть измерены ввиду ее полного истирания (во внимание принимались только размеры, определяющие работоспособное состояние, остальные использовались для более тщательного контроля). По длине ( $\Delta l_i$ ) в 6 плоскостях.

В результате чего изучение износов и их геометрического характера с точки зрения изменения размеров поводилось достаточно подробно. Хотя ряд размеров, по-видимому, не будет оказывать сколько-нибудь существенного влияния на разработку и специфику технологий реновации.

Обработка результатов измерений проводилась с помощью программы Excel на персональном компьютере.

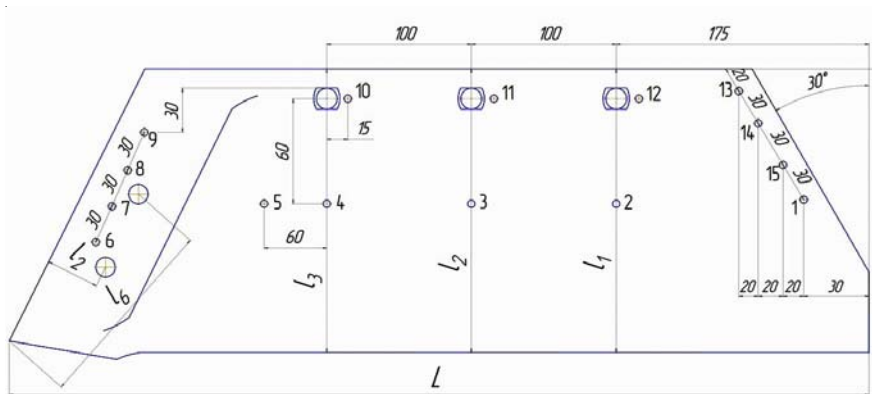


Рис. 1. Схема измерений для определения износов

#### Статистический анализ износов по толщине

Результаты обработки показали, что полученные гистограммы распределения  $\Delta h_i$  (рис. 2 а - м) не подчиняются какому-либо одному закону распределения. Так, для  $\Delta h_1, \Delta h_3, \Delta h_4, \Delta h_{11}$  характерен экспоненциальный (рис. 2 а, в, г, з); для  $\Delta h_2, \Delta h_5, \Delta h_{10}, \Delta h_{12}, \Delta h_{13}, \Delta h_{14}, \Delta h_{15}$  - нормальный (рис. 2 б, д, ж, и, к, л, м); для  $\Delta h_7$  - Пуассона (рис. 2 е). Размеры  $\Delta h_6, \Delta h_8, \Delta h_9$  не подвергались обсчетам, т.к. точки измерения расположены на участке крепления долота и поэтому износы в указанной области практически отсутствуют, либо столь малы, что их статистическая обработка теряет всякий смысл.

Разнообразие законов указывает на сложность процессов износа в различных областях лемеха, хотя коэффициенты вариации для всех  $\Delta h_i$  не столь велики (табл. 1) и указывают на незначительные разбросы опытных данных. Сложность изнашивания связана с частым изменением гранулометрического состава почвы при проведении полевых работ, обусловленных сменой полей. Значительную роль в этом случае будут играть непостоянство давлений в различных местах рабочей поверхности и колебания природных условий. В свою очередь, сравнительно небольшие значения  $V$  (табл. 1) указывают на высокие механические и триботехнические свойства материала детали, которые адаптированы к условиям абразивного износа при проведении пахоты.

Таблица 1

#### СРЕДНИЕ ЗНАЧЕНИЯ ИЗНОСОВ ПО ТОЛЩИНЕ $\Delta h_i$ И ИХ КОЭФФИЦИЕНТЫ ВАРИАЦИИ

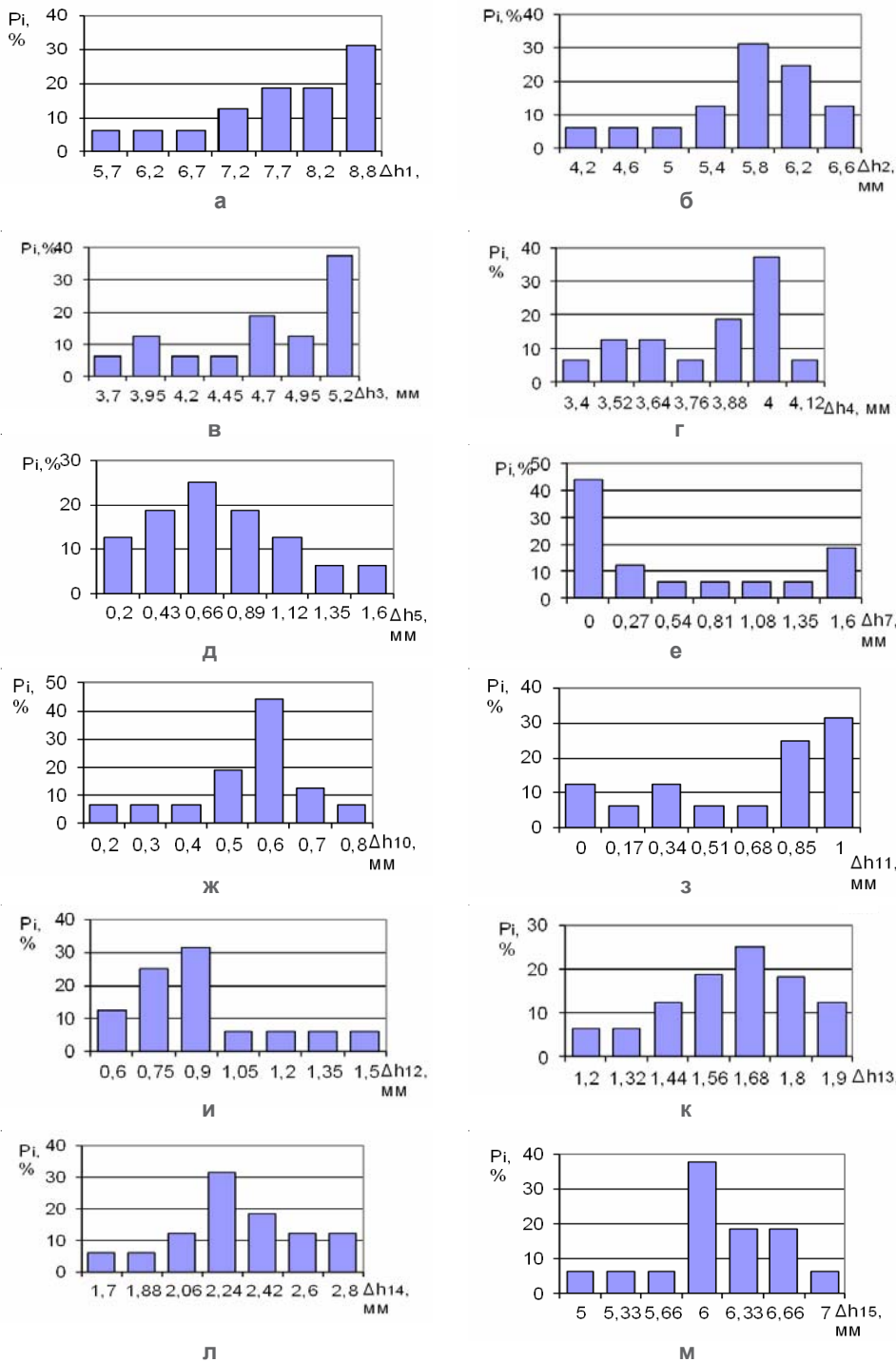
Обозначение и номер точки измерения	$\Delta h_1$	$\Delta h_2$	$\Delta h_3$	$\Delta h_4$	$\Delta h_5$	$\Delta h_7$	$\Delta h_{10}$	$\Delta h_{11}$	$\Delta h_{12}$	$\Delta h_{13}$	$\Delta h_{14}$	$\Delta h_{15}$
среднее значение, мм	7,89	5,81	4,68	3,79	0,60	0,39	0,57	0,66	0,84	1,59	2,28	6,08
коэфф. вариации, $V$	0,09	0,04	0,06	0,25	0,21	0,71	0,03	0,18	0,06	0,02	0,04	0,03

Таблица 2

#### СРЕДНИЕ ЗНАЧЕНИЯ ИЗНОСОВ ПО ШИРИНЕ $\Delta l_i$ И ИХ КОЭФФИЦИЕНТЫ ВАРИАЦИИ

Обозначение и номер точки измерения	$\Delta l_1$	$\Delta l_2$	$\Delta l_3$	$\Delta l_4$	$\Delta l_5$	$\Delta l_6$
среднее значение, мм	48,95	48,22	42,21	7,65	3,71	30,18
коэфф. вариации, $V$	0,346	0,230	0,090	0,556	0,276	0,871

Экспоненциальный закон распределения, характерный для  $\Delta h_1, \Delta h_3, \Delta h_4$ , указывает на преобладающее значение износов большой величины по толщине в данной области (рис. 1, точки 1, 3 и 4), т.к. происходит истирание режущей-лезвийной части. Выпадение из этого ряда  $\Delta h_2$  обусловлено, по-видимому, лучшим качеством материала, либо какими-то случайными факторами, тем не менее отмечается смещение износов в большую сторону (рис. 2 б).



**Рис. 2. Гистограммы распределения толщин лемеха Фогель и Ноот (по абсциссе отложены износы  $\Delta h_i$ , мм; по ординате – частота)**

Как следует из рисунка 2 б, д, ж, и, к, л, м, распределение  $\Delta h_i$  по толщине, измеренной в точках 5, 10, 12, 13, 15, подчиняется нормальному закону и рассеяние данных, оцениваемое коэффициентом вариации, не превышает 22% (табл. 1). Разбросы остальных результатов составляют 10 и меньше процентов и этим отмечается стабильность протекания изнашивания, связанная с минимальным влиянием случайных факторов.

Несколько не вписываются в общую картину распределения результатов износов, полученные в области крепления долота.

Данные по точкам 6, 8, 9 (рис. 1) в анализе не приводятся из-за их чрезмерной малости. Это связано с минимальным влиянием абразивной среды на изнашивание в данной части или его почти полным отсутствием, т.к. воздействие почвы воспринимается долотом.

В качестве примера приведена обработка опытных данных для точки 7, которые позволили установить, что их распределение подчиняется закону Пуассона. Результаты измерений отличаются высокими разбросами ( $V=0,712$ ), указывающими на некоторую нестабильность триботехнических процессов, ошибки измерений и, скорее всего, на нарушение размерной стабильности при производстве детали.

#### Статистический анализ износов по ширине

Наиболее важным показателем, который определяет предельное состояние лемеха, является его остаточная ширина  $l_i$  и, как производный от него фактор – величина износа  $\Delta l_i$ . Так как такой износ влияет на работоспособное состояние изделия и возможность восстановления, вопросы, связанные с потерей лемехом размеров по ширине, будут рассмотрены более широко.

Статистическая обработка величин  $\Delta l_i$ , измеренных согласно схеме (рис. 1), позволила выявить следующее: распределение  $\Delta l_1, \Delta l_2, \Delta l_3$  не подчиняются широко принятым в статистике законам распределения. Они отвечают в примерном приближении полиномиальной функции (рис. 3 а, б, в). В связи с этим для их математического анализа необходимо привлечение узких специалистов в данной области математики. Отмечаются ярко выраженные краевые условия износов по ширине (рис. 3 а, б, в), т.е. имеет место склонность к высокой повторяемости их малых и больших значений. Отсюда следует, что средний показатель вряд ли может служить достоверной статистической характеристикой полученных данных и поэтому оценивать  $\Delta l_i$  следует по их минимальным и максимальным величинам. Анализ износов для  $l_4, l_5, l_6$  не будет проводиться по причине их малости.

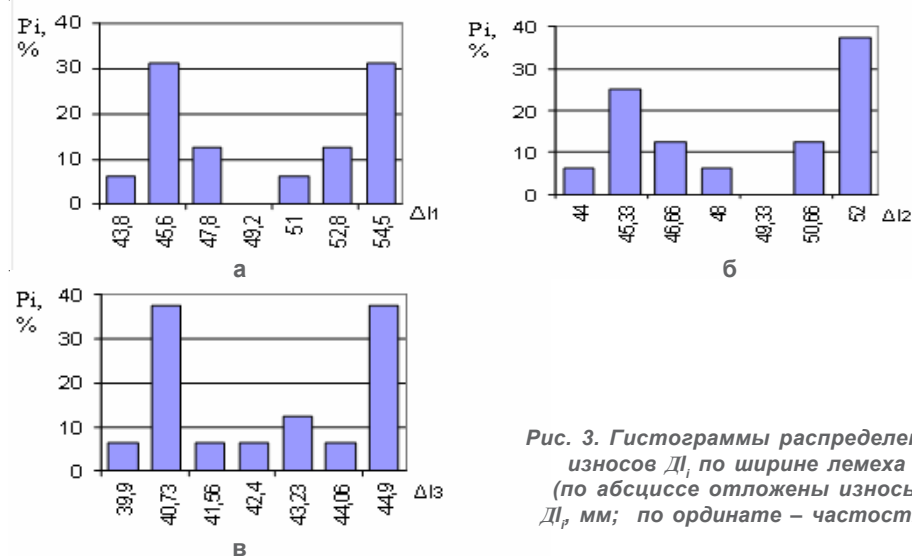


Рис. 3. Гистограммы распределения износов  $\Delta l_i$  по ширине лемеха (по абсциссе отложены износы  $\Delta l_i$ , мм; по ординате – частота)

Следуя таблице 2, можно заметить необоснованно высокие значения  $\Delta l_6$ . Они связаны с неправильным использованием агрегата, когда пахота продолжается даже при полностью истертой режущей части долота и происходит изнашивание нижней области его крепления, что категорически недопустимо с точки зрения последующего восстановления и эксплуатации. Несомненно, этот

факт окажет отрицательное влияние на долговечность лемеха и усложнит проведение операций по возобновлению ресурса.

Если износ по ширине  $D_i$  будет определять выбор метода восстановления, то износ по толщине, а вернее остаточная толщина, его применимость. Ее уменьшение до определенной величины приведет к выбраковке лемеха или применению сложных способов реновации. В случае же замены режущей части на новую толщина вообще играет главную роль и определяет возможность использования такого способа. (Одна из возможных технологий, когда взамен изношенной режущей части может привариваться компенсирующая вставка.). Нужно отметить, что предельно допускаемая толщина лемехов отечественного производства составляет 5-6 мм [2]. Такое ограничение, следует полагать, можно распространить и на импортные детали. Размер меньше указанных является основанием для выбраковки.

#### Изменение износов и линейных размеров

Наряду с задачами статистического порядка изучалось изменение  $D_i$  на различных участках лемеха: в плоскости, близкой к режущей части (точки 1, 2, 3, 4, 5, 7); вдоль верхней привалочной стороны (точки 13, 12, 11, 10) и в плоскости пятки (точки 1, 15, 14, 13) (рис. 1) с целью определения применения того или иного метода реновации.

Изменение  $D_i$  по указанным плоскостям оценивалось путем построения соответствующих эпюр (рис. 4 а, б, в).

Они показывают, что максимальные значения износы достигают в районе пятки. Причем наиболее высокое значение  $D_i$  присуще точке 1, наиболее приближенной к режущему элементу детали и к заднему обрезу лемеха. Износ  $D_i$  в этой точке составляет около 8 мм. Оценка произведена по средней величине  $h_i$  (табл. 1). Учитывая толщину режущей части изучаемого лемеха, равную 14 мм, можно сказать, что остаточный размер по  $h_i$  на этом участке близок к предельному.

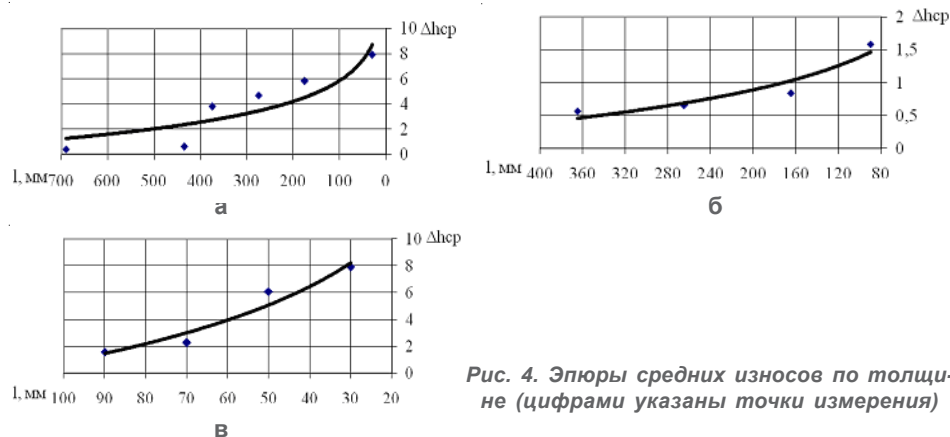


Рис. 4. Эпюры средних износов по толщине (цифрами указаны точки измерения)

Из характера эпюр (рис. 4а, б) следует, что по длине лемеха происходит уменьшение  $D_i$  по мере приближения к носовой части. Износы вдоль верхней плоскости (точки 13, 12, 11, 10) имеют значительно меньшую величину в сравнении с плоскостью, расположенной вдоль режущей части (точки 1, 2, 3, 4, 5, 7). В первую очередь это связано с большими давлениями почвы в нижней области изделия, и, как следствие, увеличением интенсивности изнашивания.

Эпюра, построенная по точкам 1, 15, 14, 13, в принципе по своему характеру не отличается от таких же эпюр, отмечающих изменение  $D_i$  вдоль лемеха, что также связано с перепадом давлений при пахоте.

Таким образом, наибольшие износы по толщине остова лемеха свойственны области пятки и особенно ее нижней части в вертикальной плоскости. Вслед-

ствие этого при восстановлении необходимы меры по наращиванию поверхности до номинальной  $h_1$ . В противном случае повторное неоднократное использование деталей после их восстановления приведет к истиранию данной области, и лемех станет непригодным к последующему ремонту, либо применение операций по возобновлению ресурса будет сопряжено с дополнительными технологическими трудностями.

Теперь обратимся к анализу эпюр износов по ширине (рис. 5). Износ лемеха по ширине характеризуется его ростом по мере приближения от области носовой части к области пятки. Максимальное  $\Delta l_1$  соответствует износу в точке 1 и составляет 55 мм, т.е. режущее-лезвийная часть в этом месте фактически полностью изношена и остаточная ширина составляет около 95 мм (при номинальном размере ширины 150 мм).

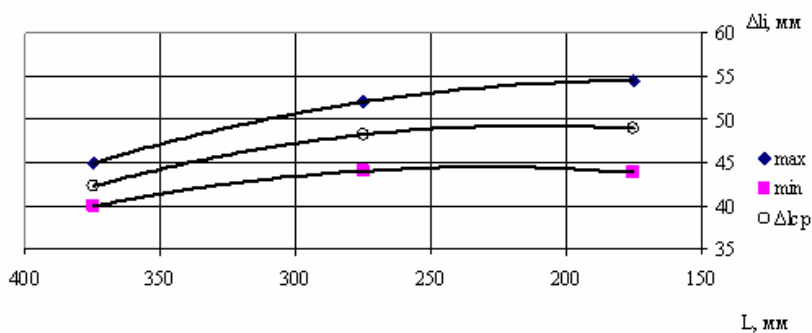


Рис. 5. Распределение максимальных, средних и минимальных износов ширины лемеха по его длине

В результате проведенных измерений износов по ширине следует рекомендовать размер компенсирующего элемента шириной (если применять метод компенсирующих элементов) 60 мм.

Определенный интерес представляет изучение профиля износа по ширине, эпюры которого представлены на рис. 6. Как следует из эпюр в области, охватывающей переднюю часть детали, размеры  $l_1$  фактически не меняются. По мере приближения к пятке износ возрастает. Объяснение росту  $l_1$  лежит в увеличении давления почвы на данном участке.

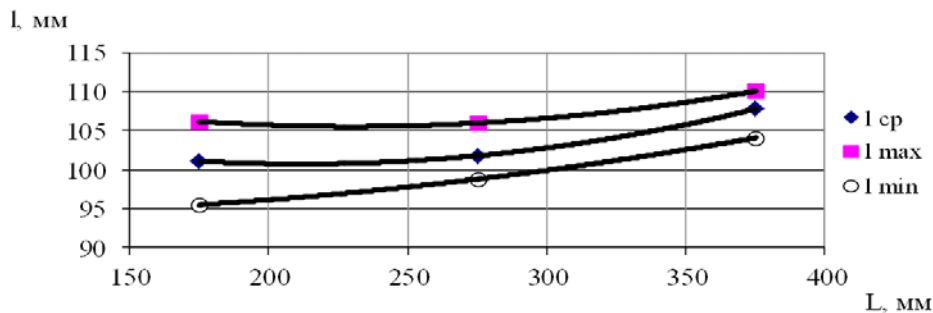


Рис. 6. Профиль износа нижней части изношенного лемеха Vogel & Noot

Проведенная работа позволила выявить следующее: максимальные износы по ширине составляют 55 мм и 8 мм по толщине и соответствуют области пятки; имеет место изменение износов  $\Delta l_1$  и  $\Delta h_1$  по длине лемеха от минимальных значений в области носка до максимальных в районе пятки; предельное состояние лемеха определяется износом режущей части на 60 мм; выбраковку детали рекомендуется производить при ее остаточной толщине менее 5 мм.

### Литература

1. Износ деталей сельскохозяйственных машин [Текст] / М.М. Севернев, Г.П. Каплун, В.А. Короткевич [и др.]; под ред. М.М. Севернева. – Л.: Колос, 1972. – 288 с.
2. Машиностроение. Энциклопедия. Т. IV – 16: Сельскохозяйственные машины и оборудование [Текст]. – М.: Машиностроение, 1998. – С. 55-61.

## WEAR OF PLOUGHSHARES OF PLOUGHS OF PRODUCTION OF THE COMPANY VOGEL & NOOT

*N.Y. Kozhukhova, Ph.D., K.S. Pozharskaya, graduate student  
(GNU GOSNITI RAAS),*

*M.A. Mikhailchenkova, applicant (Bryansk institute of management and business,  
483-54-759, e-mail: ing@bgsha.com)*

**Annotation.** *Results of the statistical analysis of wear on thickness and width of ploughshares of the company Vogel & Noot are given. Their maximum numerical values are established and the linear sizes defining a limit condition of a detail are recommended.*

**Keywords:** *share of plough, linear sizes, wear, statistical analysis, limit condition.*