

685.34
П64

Витебский государственный технологический университет

УДК 685.34.05-784.22

ПОТОЦКИЙ ВАСИЛИЙ НИКОЛАЕВИЧ

**УЛАВЛИВАНИЕ И УДАЛЕНИЕ ПЫЛИ
ПРИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ ВЕРХА ОБУВИ**

Специальность 05.23.03 -
“Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование
воздуха, газоснабжение и освещение”

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Витебск, 2001

Официальные оппоненты:

доктор технических наук,
профессор Дячек П.И.
кандидат технических наук,
доцент Булах В.В.

Оппонирующая организация:

Оршанское СКБ по проектированию
швейного оборудования, г. Орша.

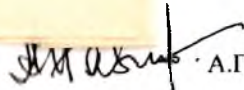
Защита состоится "14" ноября 2001 г. в 12⁰⁰ часов на заседании совета по защите диссертаций К 02.19.01 при Полоцком государственном университете (211440, г. Новополоцк, ул. Блохина, 29) в конференц-зале библиотеки Полоцкого государственного университета.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Полоцкого государственного университета.

Автореф

Ученый

совета по защите диссертаций К 02.19.01,
кандидат химических наук, доцент

 А.Г. Назин

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Эффективные пылеулавливающие системы способствуют сохранению здоровья трудящихся, повышению производительности труда, улучшению качества продукции, а также позволяют увеличить срок службы технологического оборудования.

Применяемые в настоящее время в обувной промышленности аспирационные устройства малоэффективны, имеют низкую маневренность и затрудняют обзор обрабатываемой зоны. Несмотря на достаточный большой объем научных исследований и конструкторских разработок в области пылеулавливания до настоящего времени отсутствуют научно обоснованные методы расчета и проектирования высококачественных и компактных аспирационных устройств для литевых агрегатов карусельного типа, широко применяемых в обувной промышленности.

Таким образом, экспериментальные и теоретические исследования физико-механических и аэродинамических свойств кожаной пыли, изучение взаимодействия режущего инструмента с обрабатываемыми материалами, моделирование процесса движения пылевидных частиц неправильной формы в воздушном потоке аспирационных устройств являются весьма актуальными для решения проблем пылеулавливания и рационального использования отходов обувного производства.

Связь работы с крупными научными программами, темами

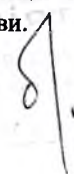
Работа выполнена в рамках республиканской научно-технической программы НАН Беларуси "Охрана природы" 02.75р. на 1991-1995 г.г.

Задание 3.3.5: "Разработать и внедрить на предприятиях легкой и приборостроительной промышленности новые технологии улавливания пыли и аэрозолей, очистки промышленных сточных вод от ионов тяжелых и цветных металлов". Рег. № 1994512 ВГТУ, г. Витебск 1991-1995 годы ГБ № 97.

Задание 3.3.7: "Разработать и внедрить технологию производства новых клеевых, изоляционных, фильтрующих и др. строительных материалов с высокими эксплуатационными свойствами на основе отходов обувного производства". Рег. № 1994509 1991-1995 годы ГБ № 95.

ХД № 243 "Комплексная оценка работы вентиляционных систем и улучшение условий труда в цехах Витебской обувной фабрики". Рег. № 0056458, 1990 г.

Цель и задачи исследований. Целью диссертационной работы является разработка и научное обоснование высокоэффективных, компактных аспирационных устройств при выполнении технологических операций по механической обработке деталей обуви.



В задачи исследования входят:

- провести экспериментальные исследования физико-механических и аэродинамических свойств кожаной пыли;
- изучить механизм взаимодействия режущего инструмента с обрабатываемым материалом и разработать научные основы исследования параметров кожаной пыли при выполнении операции фрезерования и взбрызгивания деталей обуви;
- исследовать процесс движения пылевой частицы в кольцевом зазоре пылеприемника и взаимодействие ее с воздушным потоком;
- разработать научно обоснованные теоретические методы расчета оптимальных параметров компактных пылеулавливающих устройств;
- изготовить и провести апробацию компактных пылеприемников для улавливания пыли при механической обработке верха обуви;
- внедрить в производство высокоэффективные пожаро- и взрывобезопасные аспирационные системы для агрегатов карусельного типа;
- утилизировать отходы кожаной пыли.

Объект и предмет исследования. Объектом исследования является процесс пылеулавливания при механической обработке деталей верха обуви на литевых агрегатах карусельного типа.

Предметом исследования является методика расчета оптимальных параметров пылеулавливающих устройств для улавливания пыли при механической обработке деталей обуви.

Методология и методы проведенного исследования. Работа содержит теоретические и экспериментальные исследования, включающие:

- применение стандартных методов экспериментальных исследований свойств кожаной пыли (скорости витания и трогания, дисперсности, плотности, пожаро- и взрывоопасности);
- теоретические исследования взаимодействия режущего инструмента с обрабатываемым материалом на базе физического и математического моделирования;
- разработка методики определения координат положения дисперсного облака и размера частиц кожаной пыли;
- новая методика расчета и проектирования пылеулавливающих устройств кольцевого типа, отличающаяся интегрированием систем дифференциальных уравнений движения воздушного потока в увлеченном и всасывающем потоках в безразмерных величинах и разработкой компьютерных программ для их реализации.

Научная новизна работы и значимость полученных результатов. Впервые проведены комплексные исследования взаимодействия режущего инструмента в процессе взъерошивания с упруго-пластическими материалами и установлены оптимальные параметры пылеприемных устройств, что позволило обеспечить высокую эффективность пылеулавливания.

Исследования базируются на теоретических расчетах координат положения пылевого облака при операциях фрезерования и взъерошивания.

Впервые получены и решены численным методом дифференциальные уравнения движения пылевой частицы в безразмерных величинах с учетом влияния увлеченного и всасывающего потоков.

Предложена новая методика для определения параметров пылевых частиц при механической обработке материалов и проектирования пылеприемных устройств кольцевого типа, что позволило создать оптимальную конструкцию пылеприемника с местным отсосом пыли для обработки деталей сложной конфигурации.

Практическая значимость полученных результатов. По результатам экспериментальных и теоретических исследований:

- разработана методика расчета оптимальных параметров пылеулавливающих устройств с зазором кольцевого типа;
- разработана конструкция пылеприемника матричного типа;
- аспирационная система с использованием пылеприемника матричного типа внедрена на агрегате “Десма” на Витебской обувной фабрике “Красный Октябрь”;
- разработана конструкция пылеприемника с местным отсосом для улавливания пыли при обработке поверхности сложной конфигурации заготовки, которую можно рекомендовать для использования в различных отраслях промышленности;
- аспирационная система с пылеулавливающим устройством данного типа внедрена на агрегате “Оттогалли” на Гродненской обувной фабрике “Неман”;
- разработаны составы клеев с использованием кожевенной пыли и рекомендованы для использования в обувной промышленности;
- результаты работы внедрены в учебный процесс Витебского государственного технологического университета в курсах “Основы промэкологии” и “Основы проектирования отрасли”.

Экономическая значимость полученных результатов.

Экономический эффект от внедрения аспирационных систем, под-

твержденный актами, составляет:

- на Витебской обувной фабрике “Красный Октябрь” за 1997 г. - 247 млн. руб., за 1999 г. - 875 млн. руб., за 2000 г. - 1,925 млн. руб.;
- на Гродненской обувной фабрике “Неман” за 1996 г. - 12 млн. 475 тыс. руб.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту.

Автор защищает:

- теоретические зависимости координат положения дисперсного облака, полученные для кожаной пыли на основе взаимодействия режущего инструмента и обрабатываемого материала;
- методику расчета дисперсности кожаной пыли в зависимости от конструктивных, геометрических и скоростных параметров режущего инструмента;
- теоретическую модель движения пылевой частицы в увлеченном и всасывающем потоках;
- методику определения основных параметров и проектирования пылеулавливающих устройств с кольцевым зазором;
- новые конструкции компактного пылеприемника с местным отсосом пыли и матричного типа, позволяющие эффективно улавливать пыль при механической обработке деталей обуви на литевых агрегатах карусельного типа;
- новые составы клеев с добавками кожаной пыли, рекомендованные для обувного производства.

Личный вклад соискателя:

Соискатель принимал непосредственное участие в теоретических исследованиях взаимодействия режущего инструмента с обрабатываемым кожаным материалом, расчете координат положения пылевого облака [3].

Получены и решены численным методом дифференциальные уравнения движения пылевой частицы при двух вариантах ее траектории: прямолинейной [4] и криволинейной [6] в увлеченном [5] и всасывающем [8] потоках, решение которых приведены в безразмерных величинах [7, 9] с использованием ЭВМ.

Автором получены и обобщены результаты интегрирования дифференциальных уравнений, что позволило разработать методику по определению параметров пылеулавливающих устройств кольцевого типа.

Соискателем проведены экспериментальные исследования по определению основных аэродинамических и физико-механических свойств кожаной пыли [1, 2], определены параметры пылеприемников матричного типа и с местным отсосом пыли, разработаны их конструкции [12-15], созданы аспирационные системы с пылеприемниками для улав-

ливания пыли на агрегатах карусельного типа, которые внедрены в производство [16].

Автор участвовал в разработке различных составов клеев с использованием кожевенной пыли для применения в обувном производстве.

Апробация результатов диссертации. Основные результаты работы представлены и получили положительную оценку

- на Международной научно-технической конференции “Проблемы промышленной экологии и комплексная утилизация отходов производства”, Витебск, ВГТУ, 3-4 октября 1995 г.;

- на 51-й научно-технической конференции профессоров, преподавателей и студентов БГПА, Минск, 21-25 ноября 1995 г.;

- на Научно-технических конференциях преподавателей и студентов ВГТУ, 1996-2000 г.г.

- на Международной научно-технической конференции “Новые ресурсосберегающие технологии и улучшение экологической обстановки в легкой промышленности и машиностроении”, Витебск, ВГТУ, 10-11 ноября 1998 г.

- на заседании кафедры “Охрана труда и промэкология” ВГТУ, 2000 г.

- на заседании научно-методического семинара кафедры “Теплогазоснабжение и вентиляция” Полоцкого государственного университета, 2000 г.

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 14 печатных работ, в том числе 12 статей и 2 тезисов докладов, получено положительное решение по заявке на изобретение России и Белоруссии.

Структура и объем работы. Работа содержит введение, общую характеристику, пять глав, общие выводы, список использованных источников и приложения. Общий объем работы составляет 151 страница. Объем диссертации составляет 117 страниц, включающих 37 рисунков и 15 таблиц. В работе использовались 124 литературных источника, на которые сделаны ссылки, представленные на 9 страницах. В работе приведены 19 приложений, представленные на 25 страницах.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность работы, определены основная цель, задачи и методы исследований, описаны элементы научной новизны и практическая ценность научных результатов.

В первой главе рассматриваются вопросы пылеулавливания от технологического оборудования в обувной промышленности. Основываясь на монографиях, научных работах и других источниках проведен анализ теоретических исследований движения частиц, отлетающих от различного режущего инструмента при механической обработке деталей обуви, металлических, деревянных и других поверхностей. В работах отечественных и зарубежных авторов рассматриваются примеры расчета траектории пылевой частицы в зоне всасывающего потока пылеприемника, спектры скоростей всасывания. Отмечаются наиболее удачные и эффективные конструкции пылеприемников и системы аспирации и пути их совершенствования.

Анализируя теоретические исследования, можно отметить, что практическое применение их возможно лишь для определенного технологического оборудования и технологических процессов. В обувной промышленности до настоящего времени не полностью решены вопросы пылеулавливания при выполнении технологических операций, связанных с механической обработкой кожевенно-обувных материалов.

Аналитический обзор литературных источников позволил конкретизировать цель и задачи исследований.

Вторая глава посвящена аэродинамическим и физико-механическим свойствам кожевенной пыли, важнейшими из которых является дисперсность, скорость витания и трогания, плотность, пожаро- и взрывоопасность.

Экспериментальные исследования проводились в Московском институте пищевой промышленности на образцах кожевенной пыли с операций взьерошивания кожи “выросток” на агрегатах “Десма” Витебской обувной фабрики “Красный Октябрь” для пошива женской обуви и на образцах кожевенной пыли с операций взьерошивания полукожи (яловка) на агрегатах “Оттогалли” Гродненской обувной фабрики “Неман” для пошива мужской обуви.

Плотность насыпного материала определяли весовым методом с помощью мерного сосуда. Для кожи “выросток” значение ее равно $247,66 \text{ кг/м}^3$, а для полукожи “яловка” - $331,53 \text{ кг/м}^3$. Определение дисперсности материала осуществляли фотометрическим способом в соответствии с ГОСТ 310.2-76. Получали монослой, фотографировали его с увеличением в 14 раз. Полученные результаты размеров частиц показаны на рис.1.

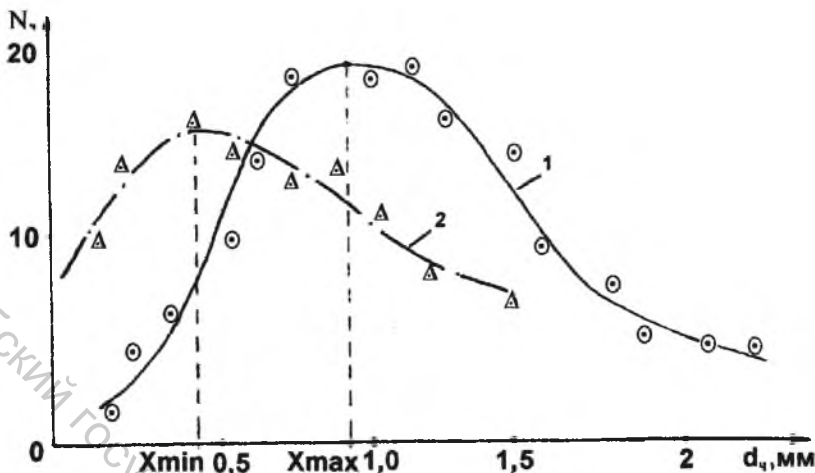


Рис. 1. Значения зависимости количества частиц по максимальным и минимальным размерам для кожи “выросток”.

1 - максимальные размеры колеблются от 0,2 до 2,2 мм с нормальным их распределением относительно вероятного размера $X_{\max}$;

2 - минимальные размеры распределены от 0,05 до 1,5 мм относительно вероятных размеров $X_{\min}$.

Дисперсность кожевенной пыли существенно влияет на ее пожарную опасность. Наиболее взрывоопасными являются фракции кожевенной пыли до 0,5 мм. Адсорбирование паров компонентов “пуры”, в состав которой входят растворители на силиконовой основе, значительно повышает пожаро- и взрывоопасность образующихся пылевидных отходов. Нижний концентрационный предел воспламенения имеет сравнительно небольшой разброс от 27 до 32 г/м³ и, соответственно, относится ко II классу - взрывоопасные пыли.

На Витебской и Гродненской обувных фабриках улавливание пыли при взбуровывании затяжной кромки верха обуви не производилось, а старые вентиляционные системы по удалению “пуры” работали неэффективно, это представляло потенциальную опасность взрывов и пожаров. Приходилось много времени затрачивать на очистку оборудования вентиляционных систем от налипшей пыли. В воздухе рабочей зоны концентрация кожевенной пыли превышала более чем в 2 раза ПДК и в 2,5 раза отмечалось превышение ПДК компонентов “пуры”, что создавало неблагоприятные условия труда и повышенную взрыво- и пожароопасность на участках “Десма” и “Оттогалли”.

Правильный выбор и расчет систем вентиляции позволяет предотвращать в помещениях накопление взрыво- и пожароопасных веществ и обеспечивать безопасную работу на этих участках.

Скорость уноса кожевенной пыли определяли на воздушном клас-

сификаторе по стандартной методике. Скорости трогания частиц, из которой следует исходить при расчете горизонтальных участков систем пневмотранспорта, показали, что скорость трогания превышает скорость витания в 1,5-2 раза, и максимальное значение ее составляет 11,8 м/с.

Для подтверждения экспериментальных данных дисперсность кожаной пыли определяли теоретически, по уравнению вида:

$$a^{\Phi}_{\max} = K \frac{S_{\min} \pi}{15 \omega_{\max} Z_3} \sqrt{\frac{t_0}{D}},$$

$$a^{\Phi}_{\min} = K \frac{S_{\min} \pi}{15 \omega_{\min} Z_3} \sqrt{\frac{t_0}{D}},$$

где a^{Φ} - размер частиц, м;
 $S_{\min}$ - минутная подача, м/с;
 ω - угловая скорость инструмента, с⁻¹;
 t_0 - глубина взерошивания, м;
 D - диаметр фрезы, м;
 Z_3 - число зубьев фрезы.

$$K = \frac{E_r}{E_v} = \left(\frac{P_r}{P_v} \right)^{\frac{1}{m}},$$

где E_r, E_v - относительная деформация;
 P_r и P_v - значения горизонтальной и вертикальной составляющих сил резания;

$m = 0,57$ - показатель степени характеризующий скорость деформации в упруго-пластических материалах.

Значения результатов теоретических и экспериментальных исследований дисперсности кожаной пыли, образующейся при операциях взерошивания деталей верха обуви из кожи выросток, представлены в таблице 1.

Таблица 1

Значения параметров размеров частиц кожаной пыли

Результаты исследований	$a^{\Phi}_{\max}$, мм	$a^{\Phi}_{\min}$, мм
теоретические	1,88	0,05
экспериментальные	2,2	0,05

Теоретические и экспериментальные данные свидетельствуют, что физико-математическая модель хорошо описывает взаимодействия ре-

жущего инструмента и обрабатываемого материала и обеспечивает высокую сходимость полученных результатов. В конце второй главы приводятся теоретические исследования координат положения дисперсного облака и определены оптимальные координаты и размеры пылеприемника матричного типа.

В третьей главе диссертации приведены результаты математического моделирования движения пылинки в увлеченном вращающейся фрезой и всасывающем потоках пылеприемника.

В первых четырех разделах главы содержатся приближенные решения задачи о движении пылинки цилиндрической формы в увлеченном вращающейся фрезой воздушном потоке. При этом предполагается, что скорости воздушного потока изменяются по ширине канала пылеприемника по линейному закону, а траектория пылинки является прямой, касательной к цилиндрической поверхности фрезы. Скорости воздуха находились проекцией на эту прямую и в рамках еще одного приближения предполагались распределенными вдоль траектории по линейному закону.

Решена задача о криволинейном движении пылинки в увлеченном воздушном потоке при нелинейном распределении скоростей; при этом показано, что в практически значимых случаях траекторию пылинки можно считать прямолинейной.

Исследовано движение цилиндрической пылинки в увлеченном вращающейся фрезой и всасывающем воздушных потоках при наличии однородного поля силы тяжести в предположении, что скорости воздушного потока распределены по ширине канала пылеприемника по параболическим законам, а траектория пылинки - пространственная кривая. Для этого проведено численное интегрирование системы дифференциальных уравнений вида:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dv_x}{dt} = -CK_m W \frac{v_x - u_x}{v_x}, \\ \frac{dv_y}{dt} = -CK_m W \frac{v_y - u_y}{v_y}, \\ \frac{dv_z}{dt} = -CK_m W \frac{v_z - u_z}{v_z} - \frac{a}{v_z}, \end{array} \right.$$

В свою очередь модуль безразмерной относительной скорости

$$W = \sqrt{(v_x - u_x)^2 + (v_y - u_y)^2 + (v_z - u_z)^2},$$

где C - безразмерная константа, которая определяется массой, формой пылинки и площадью ее проекции на плоскость, перпендикулярную к набегающему потоку воздуха, изменяющейся по мере движения пылинки;

v_x, v_y, v_z - проекции безразмерной скорости ($v=V/V_0$) пылинки, а V_0 - окружная скорость фрезы; u_x, u_y, u_z - проекции безразмерной скорости воздуха;

a - безразмерная константа.

Результаты численного интегрирования этого уравнения показаны на рисунке 2.

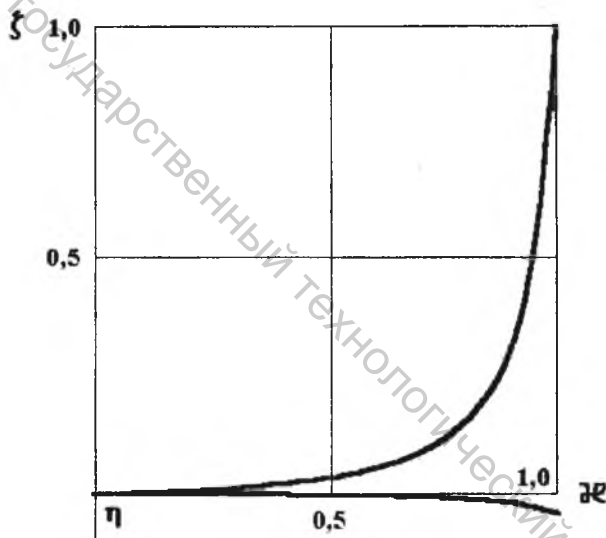


Рис. 2. Проекция траектории пылинки в ее движении в увлеченном и всасывающем воздушных потоках на плоскости, нормальную и параллельную к оси вращения фрезы

Из результатов численного интегрирования этих уравнений следует, что практически во всех случаях проекция траектории пылинки на плоскость, перпендикулярную к оси вращения фрезы, может считаться прямой, касательной к поверхности фрезы, а сама траектория плоской кривой, принадлежащей плоскости, касательной к упомянутой поверхности.

Установлено, что для практического расчета и проектирования аспирационных устройств с кольцевым каналом можно принимать прямолинейную проекцию траектории движения пылевой частицы на плос-

кость, перпендикулярную оси вращения режущего инструмента.

Решение дифференциальных уравнений и результаты их численного интегрирования позволили получить уравнение расчета траекторий пылевой частицы в зависимости от величины зазора пылеприемника.

$$\frac{dv_z}{d\zeta} = \overline{CK}_m (v_z - u_z)^2 - a,$$

$$\frac{d\zeta}{d\aleph} = v_z,$$

где $\aleph, \zeta$ - безразмерные координаты.

Для численного интегрирования этого уравнения принимаем величину начального зазора $\Delta = 2$ мм, что соизмеримо с максимальным размером пылевой частицы. Переход от безразмерного значения к численному позволил получить зависимость наибольшего смещения пылевой частицы в зависимости от величины зазора в пылеприемнике. Безразмерная ширина фрез колеблется от $h = 0,86$ до $h' = 0,68$. Откладывая эти значения по оси ζ и проводя горизонтальные линии до пересечения с кривой $\zeta = f(\Delta)$, получаем точки А и В, определяющие возможные изменения величины зазора пылеприемника, что иллюстрирует рис. 3. Зазор всасывающего отверстия пылеприемника кольцевого типа принимаем 2,7 мм.

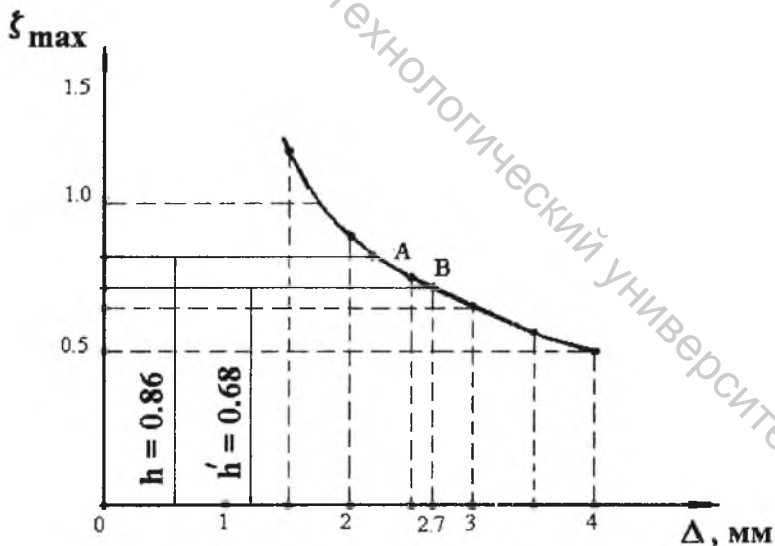


Рис. 3. Наибольшее смещение пылевой частицы в зависимости от величины зазора пылеприемника.

Четвертая глава посвящена разработке и исследованию высокоэффективных аспирационных устройств для улавливания и удаления пыли при механической обработке верха обуви.

В соответствии с полученными экспериментальными данными и теоретическими исследованиями разработана система аспирации с пылеприемником матричного типа для улавливания и удаления пыли от агрегатов карусельного типа "Десма", схема которой показана на рис.4.

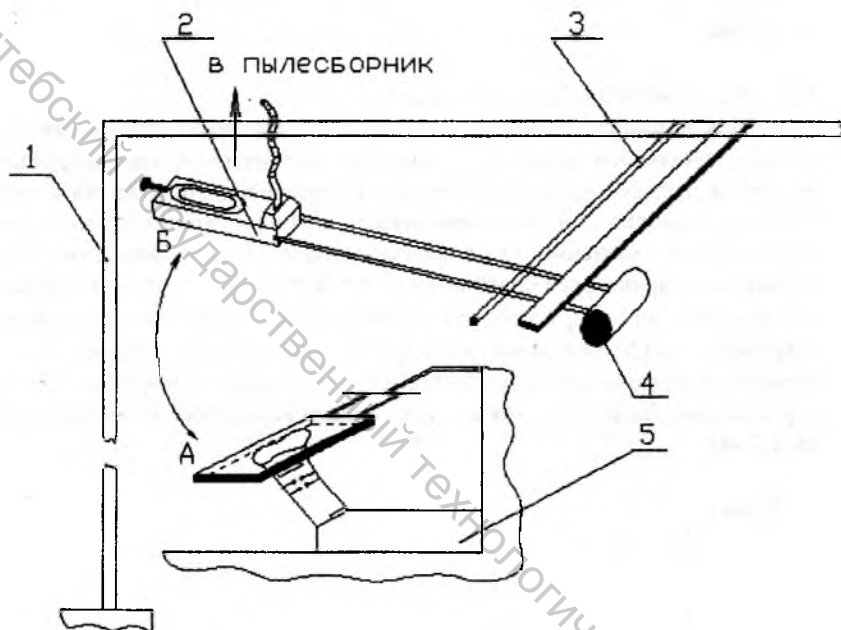


Рис. 4. Схема промышленной установки по улавливанию пыли при взъерошивании деталей верха обуви на агрегате "Десма"

Так как зона взъерошивания затяжной кромки подвижна, то на стойке 1 шарнирно закреплен пылеприемник 2 на оси 3 и имеет противовес 4. В положении А оператор опускает пылеприемник для отсоса пыли, а после взъерошивания заготовки за счет противовеса он поднимается вверх в положение Б. Агрегат делает поворот и оператор опускает пылеприемник на следующий по ходу движения узел формоносителя с заготовкой обуви и копиром 5 с последующим взъерошиванием и отсосом пыли. Пылеприемник имеет щелевое отверстие по периметру взъерошиваемой кромки и изготовлен оптимальной формы в зависимости от фасона и размеров обрабатываемой обуви. При взъерошивании пыль по всему периметру затяжной кромки попадает в щелевое отвер-

стие пылеприемника за счет центробежной силы от фрезы, а затем через гибкий рукав по воздуховоду улавливается тканевым фильтром с помощью вентилятора типа Ц6-46 № 3.

Производственные испытания показали, что аспирационная система работает надежно с эффективностью 85-90 %. Следует отметить, что пылеприемник, как показали опыты имеет следующие недостатки: хуже улавливаются частицы пыли при взεροшивании пяточной части заготовки обуви, требуются дополнительные затраты времени на управление пылеприемником, и данная конструкция может устанавливаться только на агрегатах "Десма".

Для улавливания пыли на агрегатах "Оттогалли" (Италия) была разработана система аспирации с пылеприемником местного отсоса пыли, схема которого показана на рис. 5.

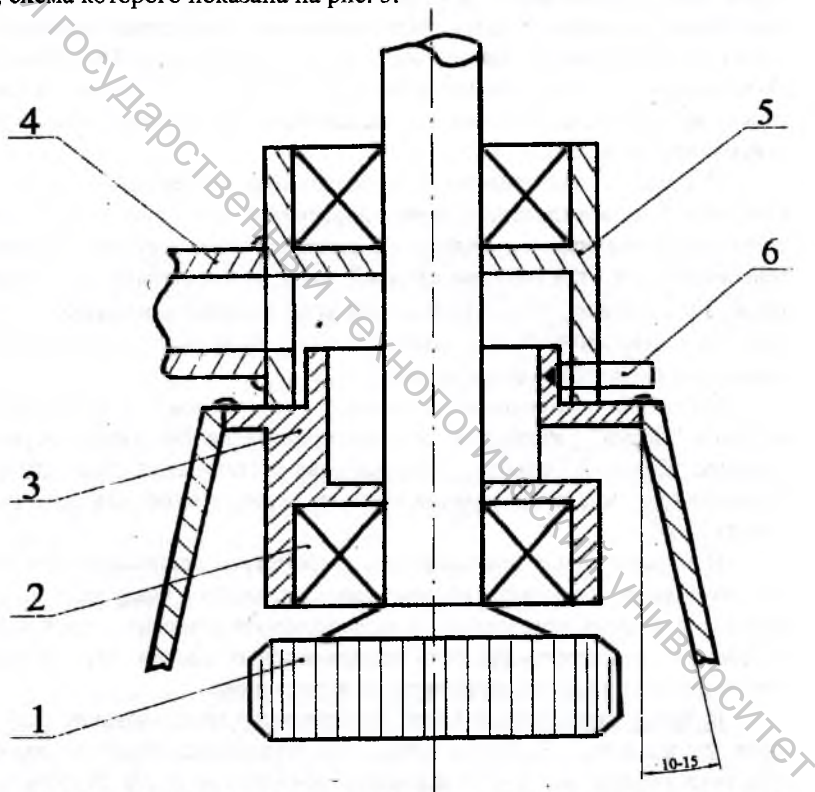


Рис. 5. Общий вид пылеприемника с местным отсосом пыли при взεροшивании деталей верха обуви

Пылеулавливающее устройство рис. 5 состоит из двух частей. Нижняя часть пылеприемника 3 закреплена на оси фрезы в опорах ша-

рикоподшипника 2 и вращается относительно верхней части 5, что значительно облегчает процесс взъерошивания при сложном профиле заготовки. Для исключения вращения нижней части пылеприемника за счет силы трения в подшипнике при вращении фрезы во время холостого хода имеется стопор-фиксатор 6. Верхняя часть пылеприемника 5 также закреплена на оси фрезы с использованием шарикоподшипника. Пылеприемник изготовленный из нержавеющей стали, можно использовать для улавливания пыли при выполнении операции взъерошивания на агрегатах “Оттогалли” и “Десма”. Он надежен и эффективен при механической обработке сложного профиля обрабатываемых деталей в различных отраслях промышленности.

Для максимального использования кинетической энергии частиц пыли при взъерошивании режущим инструментом с внутренней стороны козырька в нижней части пылеприемника установлена параболическая пластинка, направляющая пыль в полость патрубка. Патрубок пылеприемника с полихлорвиниловой трубкой диаметром 20 мм соединяется с всасывающим рукавом промышленного передвижного пылеочистителя марки НПП-2.

В конце главы представлены результаты экспериментальных исследований по определению потерь давления в пылеприемнике. Проведены исследования по определению гидравлического сопротивления в зависимости от угла наклона входной части оси козырька пылеприемника. Установлено, что оптимальный угол наклона составляет $10-15^\circ$ (рис. 6), а коэффициент гидравлического сопротивления практически не зависит от скорости воздуха и равен $\xi = 3,6$.

На основе инженерных расчетов с учетом сложной конструкции агрегата “Десма” разработана и смонтирована на Витебской обувной фабрике “Красный Октябрь” разветвленная система аспирации, которая позволила достичь концентрации вредных веществ в рабочей зоне ниже уровня ПДК.

Внедрение пылеулавливающих устройств и аспирационных систем позволило обеспечить нормируемые параметры воздушной среды производственных помещений, а инженерно-технические мероприятия обеспечили пожаробезопасность аспирационных систем, что подтверждают испытания на экспериментальной установке.

В пятой главе представлено практическое использование результатов исследования. В начале главы рассматриваются наиболее выгодные пути утилизации и использования кожаной пыли. Разработана методика, проведены экспериментальные исследования по использованию кожаной пыли в качестве добавок в обувные клеи. Изучены составы клеев и режимы склеивания различных материалов, прочностные характеристики склеиваемых поверхностей. Испытания прочности склеивания образцов показали, что наиболее эффективны добавки ко-

жевенной пыли в количестве 1 г в 20 г фабричного клея. Прочность склеивания при этом повышается наиритовым клеем на 20 %, полиуретановым клеем на 3 %, клеем из отходов полиуретана на 4 %. Добавки кожевенной пыли в резиновый клей ослабляют прочность склеивания. За счет добавки кожевенной пыли экономится основной компонент - каучук, и модифицированный клей экономически более эффективен и дешевле фабричного. Составы клеев рекомендованы для использования в обувной промышленности.

Проведены расчеты эффективности пылеулавливающих устройств и испытаний аспирационных систем. Экономический эффект, подтвержденный актами от внедрения двух пылеулавливающих установок, на Гродненской обувной фабрике "Неман" за 1996 год составляет 12475000 руб. На Витебской обувной фабрике "Красный Октябрь" составляет за 1997 год 247000000 руб., за 1999 год 875000000 руб., за 2000 год 1925000 руб.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Определены аэродинамические и физико-механические свойства кожевенной пыли (скорости витания и трогания, дисперсность, плотность). Установлено, что при операциях взъерошивания верха обуви дисперсность пыли составляет $a_{\min} = 0,05$ мм, $a_{\max} = 2,2$ мм. Скорости транспортирования на горизонтальных участках не менее 14 м/с, а на вертикальных не менее 12 м/с.

2. Проведенные теоретические исследования параметров размера частиц кожевенной пыли [1] хорошо согласуются с экспериментальными, которые являются исходными для разработки оптимальной конструкции пылеулавливающих устройств.

3. На базе физического и математического моделирования взаимодействия режущего инструмента с обрабатываемым материалом выполнен расчет координат положения дисперсного облака кожевенной пыли [2].

4. Получены и решены численным методом дифференциальные уравнения движения пылевой частицы при прямолинейной и криволинейной проекции траекторий, учитывающие конструктивные особенности пылеулавливающих устройств, дисперсность, размеры режущего инструмента и всасывающего отверстия пылеприемника [4, 5].

Разработана новая методика расчетов траекторий пылевой частицы в кольцевом зазоре пылеприемника [6, 7] и определены оптимальные параметры компактного пылеприемника по улавливанию пыли при взъерошивании деталей верха обуви.

Созданные ЭВМ-программы позволяют быстро решить дифференциальные уравнения, рассчитать траектории пылевой частицы в зависимости от величины зазора пылеприемника и оперативно определять все необходимые параметры для проектирования аналогичных устройств [8, 9].

5. Разработан, изготовлен и апробирован в производственных условиях опытный образец пылеприемника матричного типа. С пылеулавливающим устройством данного типа смонтирована и апробирована в производственных условиях аспирационная система для агрегатов “Десма” [10, 11], что позволяет осуществлять улавливание и удаление пыли при нестационарной зоне взвешивания затяжной кромки верха обуви с эффективностью до 90 % [15].

6. Разработан, изготовлен и апробирован в производственных условиях компактный пылеприемник с местным отсосом пыли [12], нижняя часть которого, вращаясь относительно верхней неподвижной части, значительно облегчает процесс взвешивания при сложном профиле обрабатываемой детали, а установленный оптимальный угол наклона нижней входной части оси козырька пылеприемника в пределах 10-15° позволил снизить гидравлическое сопротивление до $\xi = 3,6$ и повысить эффективность пылеулавливания до 98 %.

На конструкцию пылеприемника получено положительное решение о выдаче патента Республики Беларусь и Российской Федерации [13, 14]. Его можно эффективно использовать и в других отраслях промышленности.

Аспирационная система с использованием данной конструкции пылеприемника взрывобезопасна и внедрена на агрегатах “Оттогалли” [16].

7. Проведены исследования по утилизации кожаной пыли в качестве добавок в обувные клеи. Разработаны составы клеев и режимы склеивания различных материалов. Проведены исследования прочностных характеристик склеиваемых материалов. Внедрение аспирационных систем в производство позволило довести концентрацию пыли в рабочей зоне до нормируемых значений. Подтвержденная экономическая эффективность от их внедрения на Витебской обувной фабрике “Красный Октябрь” за 2000 год составила 1,925 млн. руб., за 1999 год составила 885 млн. руб., а за 1997 год - 247 млн. руб. От внедрения аспирационных систем на Гродненской обувной фабрике “Неман” за 1996 год составила 12 млн. 475 тыс. руб. Аспирационные системы внедрены в учебный процесс ВГТУ на кафедре “Охрана труда и промэкология”.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ ОТРАЖЕНО В ПУБЛИКАЦИЯХ:

1. Экспериментальное определение физико-механических свойств кожевенной пыли / Потоцкий В.Н., Ковчур С.Г., Тимонов И.А., Двоеглазов Г.В. // Сборник статей "Совершенствование технологических процессов, оборудования и организации производства в легкой промышленности и машиностроении": Ч.1. - Мн.: Университетское, 1994. - С. 181-186.

2. Экспериментальное определение скорости витания (уноса) кожевенной пыли / Потоцкий В.Н., Ольшанский В.И., Ковчур С.Г., Тимонов И.А. // Межвузовский сборник научных трудов "Совершенствование конструкции и технологии изделий из кожи". - Витебск: ВГТУ, 1998. - С. 155-157.

3. Определение координат положения аспирационных устройств при обработке кожевенно-обувных материалов резанием / Потоцкий В.Н., Ольшанский В.И., Ковчур С.Г., Тимонов И.А. // Межвузовский сборник научных трудов "Совершенствование конструкции и технологии изделий из кожи". - Витебск: ВГТУ, 1998. - С. 160-162.

4. Потоцкий В.Н., Федосеев Г.Н. Математическое моделирование движения пыли во всасывающем потоке // Сборник докладов международной научно-технической конференции "Новые ресурсосберегающие технологии и улучшение экологической обстановки в легкой промышленности и машиностроении". - Витебск: ВГТУ, 1998. - С. 259-261.

5. Потоцкий В.Н. Движение пылинки в аспирационном устройстве шарошки // Межвузовский сборник научных трудов "Современные энергосберегающие и экологобезопасные технологии в машиностроении и легкой промышленности". - Витебск: ВГТУ, 1998. - С. 176-182.

6. Потоцкий В.Н., Федосеев Г.Н. Криволинейное движение пылинки в увлеченном потоке // Сборник докладов международной научно-технической конференции "Новые ресурсосберегающие технологии и улучшение экологической обстановки в легкой промышленности и машиностроении". - Витебск: ВГТУ, 1998. - С. 262-265.

7. Теоретические исследования движения пылевой частицы в кольцевом зазоре аспирационного устройства / Потоцкий В.Н., Ковчур С.Г., Федосеев Г.Н., Ольшанский В.И. // Межвузовский сборник научных трудов "Современные энергосберегающие и экологобезопасные технологии в машиностроении и легкой промышленности". - Витебск: ВГТУ, 1998. - С. 183-186.

8. Потоцкий В.Н., Федосеев Г.Н., Ковчур С.Г. Динамика движения пыли во всасывающем потоке шарошки // Сборник статей международной научно-технической конференции "Новые ресурсосберегающие технологии и улучшение экологической обстановки в легкой промышленности и машиностроении". - Витебск: ВГТУ, 1999. - С. 237-243.

9. Потоцкий В.Н., Ковчур С.Г., Федосеев Г.Н. Моделирование процесса движения пылевой частицы в аспирационном устройстве при взъерошивании верха обуви // Межвузовский сборник научных трудов "Современные энергосберегающие и экологически безопасные технологии в машиностроении и легкой промышленности". - Витебск: ВГТУ, 1998. - С. 187-192.

10. Новые системы аспирации и пневмотранспорта машин "Десма" и "Оттогалли" / Потоцкий В.Н., Ковчур С.Г., Тимонов И.А., Двоглазов Г.В. // Материалы межвузовской 51-й научно-технической конференции профессоров, преподавателей, научных работников, аспирантов и студентов БГПА: Ч.1. - Мн.: БГПА, 1995. - С. 157-158.

11. Потоцкий В.Н., Ковчур С.Г., Тимонов И.А. Новые системы аспирации и пневмотранспорта от машин "Десма" // Межвузовский сборник научных трудов: Ч.2. - Витебск: ВГТУ, 1995. - С. 105-106.

12. Разработка конструкции приемного коллектора системы пневмотранспорта пыли для агрегата "Оттогалли" / Потоцкий В.Н., Ковчур С.Г., Двоглазов Г.В., Тимонов И.А. // Сборник статей по РНТП 75.02р "Охрана природы". - Мн.: 1995. - С. 88-90.

13. Положительное решение по заявке № 5046733/12 РФ. Устройство для сбора отходов от пневмоинструмента / В.Н. Потоцкий, С.Г. Ковчур, И.А. Тимонов, Г.В. Двоглазов. - Заявл. 11.07.94.

14. Положительное решение по заявке № 00354/из РБ. Устройство для сбора отходов от пневмоинструмента / В.Н. Потоцкий, С.Г. Ковчур, И.А. Тимонов, Г.В. Двоглазов. - Заявл. 7.11.94.

15. Удаление пыли и аэрозолей на участке машин карусельного типа "Десма" / Потоцкий В.Н., Ковчур С.Г., Тимонов И.А., Двоглазов Г.В. // Сборник статей "Совершенствование технологических процессов и организация производства машиностроения". - Мн.: Университетское, 1993. - С. 157-161.

16. Разработать и внедрить на предприятиях легкой и приборостроительной промышленности новые технологии улавливания пыли и аэрозолей, очистки промышленных сточных вод от ионов тяжелых и цветных металлов / Потоцкий В.Н., Ковчур С.Г., Тимонов И.А., Олшанский В.И. // Сборник статей по РНТП 75.02р "Охрана природы", Мн, 1995. - С. 87-88.

Патоцкі Васіль Мікалаевіч

УЛОЎЛІВАННЕ І ВЫДАЛЕННЕ ПЫЛУ ПРЫ МЕХАНІЧНАЙ АПРАЦОЎЦЫ ДЭТАЛЕЙ ВЕРХА АБУТКУ

Пылапрымальнік, пылінка, сістэма, фрэза, эксперымент, алгарытм, паветраны паток, мадэль, эфектыўнасць.

Аб'ектам даследавання з'яўляецца працэс пылазлоўлівання для злоўлівання пылу пры механічнай апрацоўцы дэталей верха абутку на ліцьявых агрэгатах карусельнага тыпу.

Мэта работы - даследаванне і распрацоўка высакэфектыўных кампанаваных аспірацыйных устройстваў на тэхналагічных аперацыях пры механічнай апрацоўцы дэталей абутку.

Пры распрацоўцы канструкцыі пылапрымальніка і аспірацыйных сістэм засноўвалася на выніках тэарэтычных і эксперыментальных даследаванняў, выкладзеных у працах айчыных і замежных вучоных. У тэарэтычных даследаваннях выкарыстоўваліся мэтады тэорыі дыферынцыяльных ураўненняў і класічнай аэрадынамікі. Атрыманы і рэшаны лічбавы дыферынцыяльныя ўраўненні ў безразмерных велічынях руху пылавой часціцы цыліндрычнай формы ў захопленым і засасываючым паветраных патоках пры нелінейных (парабалічных) і лінейным размеркаваннем скарасцей па шырыне кальцавага канала пылапрымальніка. Устаноўлена, што ў практычна значымых выпадках крывалінейная праекцыя траекторыі пылавой часціцы ў яе руху ў захопленым і засасываючым ваздушных патоках можа лічыцца прамалінейнай і прасторавая траекторыя пылавой часціцы з'яўляецца плоскай крывой.

Вызначаны аэрадынамічныя і фізіка-механічныя якасці скуранага пылу. Пры ўзаемадзеянні рэжучага інструменту з апрацоўваемым матэрыялам зроблен разлік кардынатаў палажэння дысперснасці воблака скуранага пылу, тэарэтычна вызначаны размеры часціц. На аснове тэарэтычных і эксперыментальных даследаванняў распрацаваны аспірацыйныя сістэмы з пылапрыемнікамі матрычнага тыпу і з мясцовым адсосам для выдалення пылу пры ўз'ярошванні дэталей верха абутку на агрэгатах "Дэсма" і "Атагалі".

Пылаўлоўліваючыя ўстройства ўкаранены на Віцебскай абутковай фабрыцы "Чырвоны Кастрычнік" і Гродненскай абутковай фабрыцы "Неман".

Потоцкий Василий Николаевич

УЛАВЛИВАНИЕ И УДАЛЕНИЕ ПЫЛИ ПРИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ ДЕТАЛЕЙ ВЕРХА ОБУВИ

Пылеприемник, пылинка, аспирационная система, фреза, эксперимент, алгоритм, актуальность, воздушный поток, модель, эффективность.

Объектом исследования является пылеулавливающее устройство для улавливания пыли при механической обработке деталей верха обуви.

Цель работы - исследование и разработка высокоэффективных компактных аспирационных устройств при выполнении технологических операций при механической обработке деталей обуви.

Разработки конструкции пылеприемников и аспирационных систем основывались на результатах теоретических и экспериментальных исследований, изложенных в трудах отечественных и зарубежных ученых. В теоретических исследованиях использовались методы теории дифференциальных уравнений и классической аэродинамики. Получены и решены численно дифференциальные уравнения движения пылевой частицы цилиндрической формы в увлеченном вращающейся шарошкой и всасывающем воздушных потоках при нелинейном (параболическом) и линейном распределениях скоростей по ширине кольцевого канала пылеприемника. Установлено, что в практически значимых случаях криволинейная проекция траектории пылевой частицы в ее движении в увлеченном вращающейся фрезой и всасывающем воздушных потоках может считаться прямолинейной и пространственная траектория пылевой частицы - плоской кривой.

Определены аэродинамические и физико-механические свойства кожаной пыли. На базе взаимодействия режущего инструмента с обрабатываемым материалом выполнен расчет координат положения дисперсного облака кожаной пыли, теоретически определены размеры частиц. На основании теоретических и экспериментальных исследований разработаны аспирационные системы с пылеприемниками матричного типа и с местным отсосом пыли для улавливания пыли при взеорошивании деталей верха обуви на агрегатах "Десма" и "Оттогалли". Пылеулавливающие устройства внедрены на Витебской обувной фабрике "Красный Октябрь" и Гродненской обувной фабрике "Неман".

Pototsky Vasily Nikolaevich

CATCHING AND REMOVAL OF A DUST AT MACHINING DETAILS OF FOOTWEAR TOPS

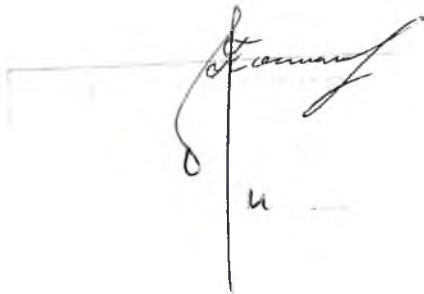
Dust collector, mote, aspirating system, mill, experiment, algorithm, urgency, air flow, model, efficiency.

The object of research is a dust collecting device for catching dust at machining details of footwear tops on casting aggregates of a round about type.

The purpose of the work is to research and to develop highly effective compact aspirating devices for performing technological operations at machining footwear details.

The development of design for dust collectors and aspirating systems has been based on the results of foreign and domestic scientists theoretical and experimental research. The methods of the theory of differential equations and classical aerodynamics have been used in the theoretical research. The differential equations of a cylindrical dust particle movement in enlarged by a rotating mill and soaking up air flows at nonlinear (parabolic) and linear speeds distribution on the ring channel width of the dust collector have been obtained and solved numerically. It was established, that in practically significant cases the curvilinear projection of a dust particle trajectory in its movement in enlarged by a rotating mill and soaking up air flows can be considered a linear one and the spatial trajectory of a dust particle - a flat curve.

The aerodynamic and physical and mechanical properties of tanning dust have been determined. On the basis of a cutting tool and processed material interaction the coordinates of the position of a dispersed tanning dust cloud have been calculated, particles sizes have been theoretically determined. Basing on the theoretical and experimental research aspirating system with dust collectors of a matrix type and with a local dust suction for catching dust at roughing details of footwear tops on the units "Desma" and "Ottogalli" have been developed. The dust collecting devices are introduced into Vitebsk footwear factory "Krasny Oktyabr" and Grodno footwear factory "Neman".



ПОТОЦКИЙ ВАСИЛИЙ НИКОЛАЕВИЧ

**УЛАВЛИВАНИЕ И УДАЛЕНИЕ ПЫЛИ
ПРИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ ВЕРХА ОБУВИ**

АВТОРЕФЕРАТ

**диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук**

Подписано в печать _____ Формат 60х84/16. Печать ксероксная.
Уч.-изд. л. 1,5. Усл. печ. л. 1,4. Тираж 60 экз. Заказ 419. Бесплатно.

Отпечатано на ризографе ВГТУ.
210028, г. Витебск, Московский пр-т, 72.