

**ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИХ СИЛ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОЧИСТКИ ПЫЛЕВОЗДУШНОГО ПОТОКА В ИНЕРЦИОННЫХ ПЫЛЕОТДЕЛИТЕЛЯХ**

Чрезвычайно вредное воздействие на состояние окружающей среды и, следовательно, на здоровье работников оказывает деревоперерабатывающая промышленность. В частности, воздействие древесной пыли приводит к развитию различных заболеваний органов дыхания, кожных покровов и глаз. Наиболее эффективными, получившими наибольшее распространение в очистке пылевоздушного потока, являются инерционные пылеотделители (циклоны), но они требуют повышения эффективности очистки. Поэтому целью исследования является влияние электростатического поля и ионного потока на свойства древесной пыли в инерционном пылеотделителе для увеличения эффективности очистки. Наиболее трудноудаляемым является тонкодисперсная пыль менее 20 мкм. Для увеличения эффективности очистки пылевоздушного потока есть необходимость увеличения размера частиц. Определили морфологические, адгезионные, когезионные свойства, коагуляцию и агрегирование под влиянием электростатического поля, униполярного и биполярного ионных потоков. Ионный поток и электростатическое поле оказывают влияние на рост среднего размера частиц и на форму образующихся агрегатов. Установили, что биполярное воздействие является более прочным, чем униполярное, за счет кулоновского взаимодействия, что позволяет увеличить эффективность очистки пылевоздушного потока. При одном и том же дисперсном составе биполярный аэрозоль содержит меньшее число цепочных агрегатов, чем униполярный аэрозоль. В электростатическом поле превалирует кулоновское притяжение, что приводит к боковому притяжению частиц. При биполярной зарядке частиц и в электростатическом поле агрегаты не распадаются на более мелкие частицы, что должно привести к увеличению эффективности очистки пылевоздушного потока в инерционных пылеотделителях. Обеспечение безопасности и допустимых условий труда работников деревообрабатывающих производств возможно с применением электростатического поля в системах аспирации.

**Ключевые слова:** древесная пыль, коагуляция, агрегат, ионный поток, электростатическое поле.

V.A. Prusakova, V.A. Rogov

**THE INFLUENCE OF ELECTROSTATIC FORCES ON EFFICIENCY OF CLEANING OF AIR AND DUST STREAM IN INERTIAL**

The wood processing industry has extremely harmful effects on a state of environment and, consequently, on health of the people engaged in it. In particular, the influence of wood dust leads to the development of various diseases of respiratory organs, skin integuments and eyes. The greatest distribution in cleaning of air and dust stream which gained inertial cyclone dust collector which are the most effective, but demand the increase of efficiency of cleaning. Therefore the objective of the study is electrostatic field and ionic stream influence properties of wood dust in an inertial dust collector for increase of cleaning efficiency. The most hard-to-remove is fine dust which is less than 20 microns. For the increase in the efficiency of cleaning of air and dust stream there is a need of increase in the size of particles. Morphological, adhesive, cohesive properties, coagulation and aggregation under the influence of electrostatic field, unipolar and bipolar ionic streams were defined. The ionic stream and electrostatic field have impact on the average size of particles growth and on the form of the formed units. It was established that bipolar influence is stronger than unipolar at the expense of Coulomb attraction allowing increasing the efficiency of cleaning of air and dust stream. At the same disperse structure the bipolar aerosol contains smaller number of chain units than a unipolar aerosol. In an electrostatic field the Coulomb attraction prevails resulting in lateral attraction of particles.

*At bipolar charging of particles and in an electrostatic field units do not break up to smaller particles that have to lead to increase in efficiency of cleaning of a dust and air stream in inertial cyclone dust collector. The security of safety and admissible working conditions of workers of woodworking productions is possible with application of electrostatic field in systems of aspiration.*

**Key words:** wood dust, coagulation, unit, ionic stream, electrostatic field.

---

**Введение.** Деревообработка сопровождается рядом негативных производственных факторов, прежде всего запыленностью. В России порядка полмиллиона больших и малых деревообрабатывающих предприятий с количеством работающих более 2 млн человек, которые зачастую трудятся в условиях, не отвечающих гигиеническим критериям по качеству воздушной среды [1].

Запыленность воздуха в деревообрабатывающих цехах превышает нормативное значение в два и более раз. Причины этого: несовершенство технологического оборудования и зданий цехов, низкий уровень автоматизации процессов, примитивных способов уборки рабочих мест.

Одним из основных источников загрязнения окружающей среды является древесная пыль, витающая в воздухе, которая представляет собой совокупность частиц размером от 20 мкм и ниже. Повышенная концентрация пыли в рабочей зоне приводит к заболеваниям работников и снижению износостойкости технологического оборудования. Диапазон последствий воздействия древесной пыли на организм человека (в зависимости от породы деревьев, времени воздействия; концентрации и т.п.) достаточно широк: это и аллергическое, фиброгенное и токсическое действие; провокация головных болей, дерматитов, кровотечений из носа, горла; заболевания печени, легких, онкологические патологии [1, 2].

Для создания безопасности и допустимых условий труда необходимы практические исследования по идентификации источников пыли, пылеобразованию в цехах, свойствам древесной пыли и их влиянию на пылевые процессы, организм человека и окружающую его среду, динамике запыленности воздуха в зависимости от различных факторов, способам и средствам обеспыливания воздушной среды цехов.

**Цель работы.** Исследование влияния электростатического поля на пылевоздушный поток перед выбросом в атмосферу.

Комплексная задача, стоящая перед службой охраны труда на деревообрабатывающем предприятии, – обеспечение безопасных условий труда в процессах деревообработки и разработка эффективной системы управления безопасностью процессов при воздействии аэрозолей на работающих [1].

Из источников научно-технической и патентной информации известно большое количество модификаций систем очистки воздуха, таких как циклоны и фильтры. Одним из выводов проведенного анализа систем очистки стало то, что сухая очистка пылевоздушного потока в инерционном пылеотделителе (циклоне) наиболее перспективна, но требует повышения эффективности очистки [3].

Эффективность очистки инерционного пылеотделителя пропорциональна размеру частиц. Наиболее трудноудаляемой является тонкодисперсная пыль менее 20 мкм. Для увеличения эффективности очистки пылевоздушного потока существует необходимость увеличения размера частиц. С этой целью проведены исследования движения пылевоздушного потока через коронирующие электроды с биполярными и униполярными зарядами [4] и в электростатическом поле. Проведены исследования влияния электростатического поля на свойства древесной пыли: коагуляцию или агрегирование, адгезионные и когезионные свойства.

Коагуляция аэрозольных частиц представляет собой один из основных механизмов трансформации дисперсных систем и приводит не только к изменению дисперсности, но и морфологии аэрозолей. При этом форма агрегатов отличается от формы исходных частиц, что может существенно сказаться на аэродинамических, оптических, адгезионных свойствах дисперсной системы.

Работы, которые посвящены наблюдению коагуляции дисперсных частиц в электрических полях [4], как правило, рассматривают влияние электрического поля только на скорость процесса коагуляции частиц, а не на форму образующихся агрегатов, данные же, касающиеся морфологических свойств агрегированных древесных частиц под действием электростатического поля, отсутствуют.

Кинетика дисперсного состава частиц аэрозоля характеризовалась по количеству частиц, образующих данный агрегат.

**Результаты и их обсуждение.** Ионный поток и электростатическое поле оказывают влияние на рост среднего размера частиц и на форму образующихся агрегатов.

Результаты, показывающие влияние ионного потока и электростатического поля на изменение дисперсного состава аэрозолей, приведены на рисунке 1.

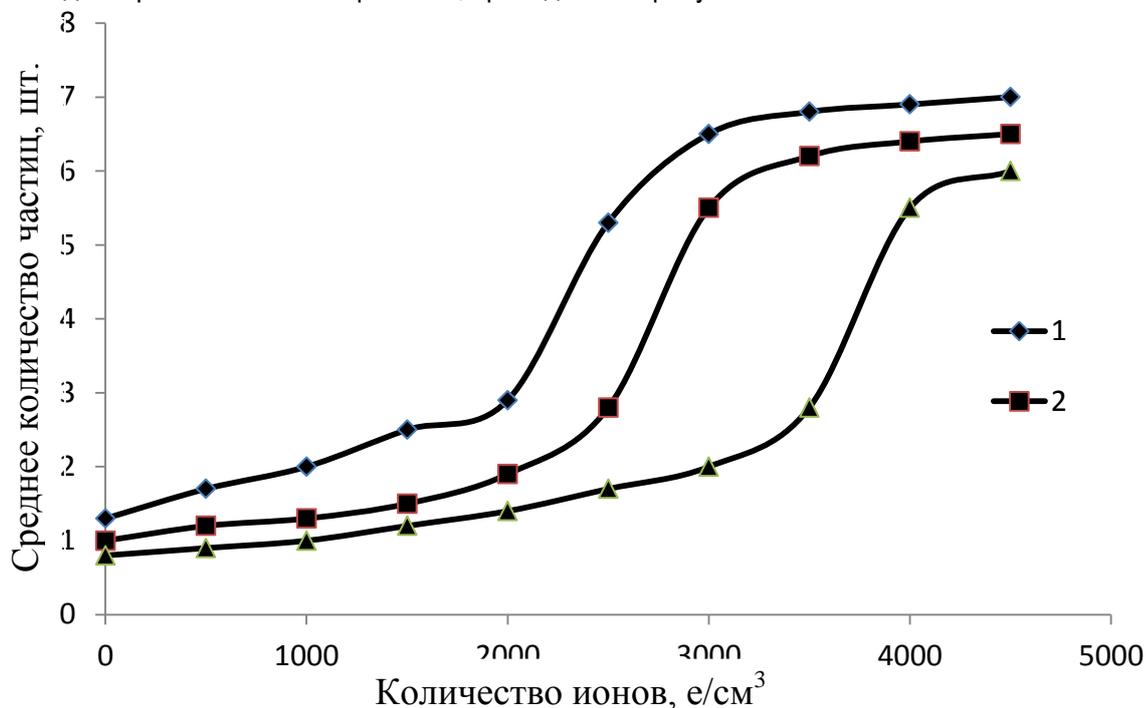


Рис. 1. Влияние ионного потока и электростатического поля на размер и форму агрегатов: 1 – влияние электростатического поля; 2 – биполярный аэрозоль; 3 – униполярный аэрозоль

В электростатическом поле превалирует кулоновское притяжение, что приводит к боковому притяжению частиц и предупреждает распад агрегата на более мелкие частицы.

На рисунке 2 приведены микрофотографии, иллюстрирующие типичные примеры подобных агрегатов. На микрофотографии 2 показаны агрегаты, полученные в электростатическом поле, аналогичные агрегатам при биполярной зарядке на электродах.

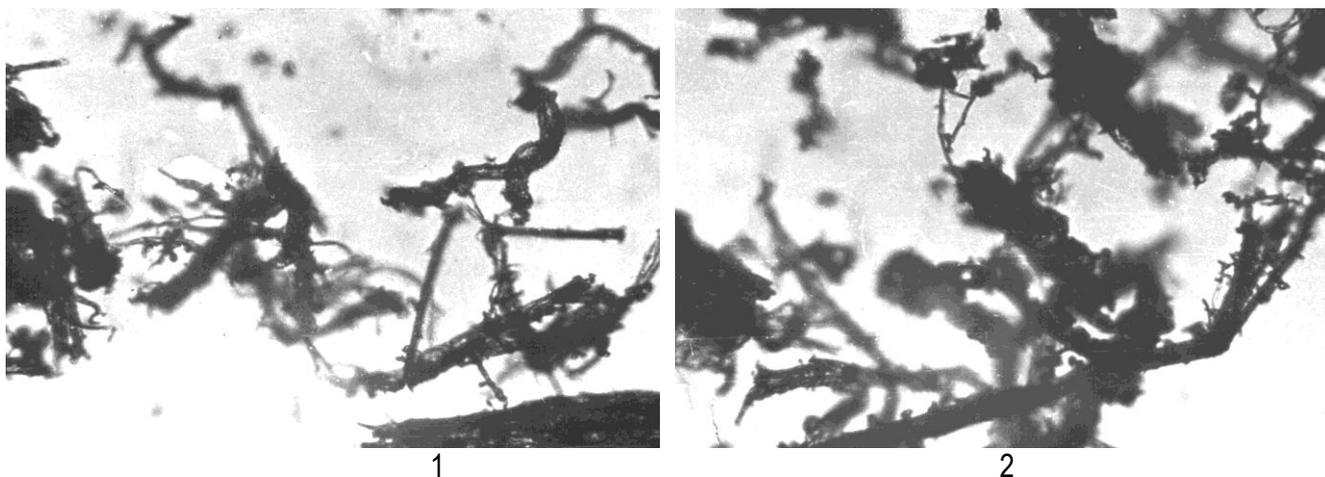


Рис. 2. Агрегаты частиц при воздействии на аэрозоль ионным потоком: 1 – униполярный аэрозоль; 2 – биполярный аэрозоль

На рисунке 3 схематично показаны основные виды контактов между частицами аэрозоля.

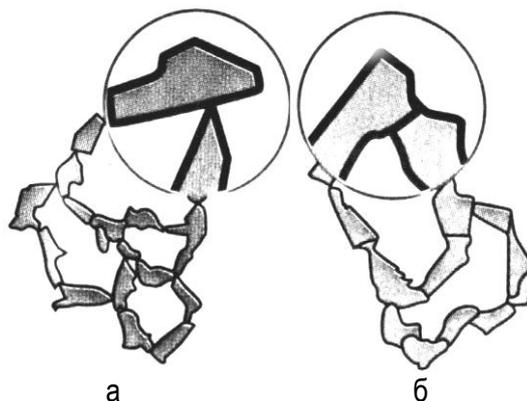


Рис. 3. Основные виды контактов между частицами аэрозоля:  
а – униполярный аэрозоль; б – биполярный аэрозоль

**Выводы.** При одном и том же дисперсном составе биполярный аэрозоль содержит меньшее число цепочных агрегатов, чем униполярный аэрозоль. Такой эффект объясняется кулоновским притяжением разноименно заряженных частиц, за счет которого и повышается вероятность присоединения частицы на боковую поверхность агрегата. В случае униполярно заряженного аэрозоля наличие потенциала отталкивания обуславливает максимальную вероятность присоединения частицы на концах цепочки. При биполярной зарядке частиц и в электростатическом поле агрегаты не распадаются на более мелкие частицы, что должно привести к увеличению эффективности очистки пылевоздушного потока в инерционных пылеотделителях.

### Литература

1. Шилова Л.Н. Пылевой фактор на деревообрабатывающем предприятии. – URL: <http://www.12sanepid.ru/press/publications/1832.html>.
2. Нуча В. Деревообработка. – М.: Техносфера, 2007. – 848 с.
3. Квашнин И.М., Хохлов Д.В. Очистка воздуха на предприятиях деревообрабатывающей промышленности // АВОК. – 2005. – № 8. – С. 47–78.
4. Рогов В.А. Влияние отрицательных ионов и летучих терпеноидов на очистку воздушной среды производственных помещений деревообрабатывающих предприятий. – М.: Изд-во МГУЛ, 2002. – 223 с.

### Literatura

1. Shilova L.N. Pylevoi faktor na derevoobrabatyvayushchem predpriyatii. – URL: <http://www.12sanepid.ru/press/publications/1832.html>.
2. Nucha V. Derevoobrabotka. – M.: Tekhnosfera, 2007. – 848 s.
3. Kvashnin I.M., Hohlov D.V. Ochistka vozduha na predpriyatiyah derevoobrabatyvayushchei promyshlennosti // AVOK. – 2005. – № 8. – S. 47–78.
4. Rogov V.A. Vliyanie otricatel'nyh ionov i letuchih terpenoidov na ochistku vozduшной sredy proizvodstvennyh pomeshchenii derevoobrabatyvayushchih predpriyatii. – M.: Izd-vo MGUL, 2002. – 223 s.

