УДК 57.043 DOI: 10.33075/2220-5861-2019-1-23-26

ПРИБОР ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ СТЕПЕНИ ОСАЖДЕНИЯ ПЫЛЕВЫХ ЧАСТИЦ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА БЛИЗ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

А.Н. Тимофеев

Воронежский государственный педагогический университет (ВГПУ)
РФ, Воронеж, ул. Ленина, 86
E-mail: www72@bk.ru

Приводится описание конструкции для улавливания оседающей дорожной пыли с помощью учетных пластин площадью 25 см^2, даются методические рекомендации по дальнейшей камеральной обработке собранного материала, определению веса одной пылевой пробы, обращается внимание на природные факторы, влияющие на степень пылеосаждения. Конструкция прибора позволяет учитывать количество дорожной пыли, оседающей на плоскостях, ориентированных горизонтально, вертикально или под углом 45° к поверхности земли. Возможно измерение количества пыли на разных высотах от поверхности земли и на различном удалении от источника пыли. При использовании одновременно нескольких приборов, или установкой одного прибора последовательно в нескольких точках, проводится сбор данных и их сравнительный анализ.
Ключевые слова: дорожная пыль, методы исследования дорожной пыли, осаждение пыли, пылевые частицы, мелкодисперсная пыль.

Поступила в редакцию: 17.09.2018. После доработки: 15.11.2018.

Введение. Мелкодисперсная пыль, образующаяся в результате трения колес автомобильного транспорта о дорожное полотно, представляет определенную опасность для окружающей среды, населенной растительными и животными организмами [1, 2]. Попадая в дыхательные пути последних, пылевые частицы вызывают различные нарушения в протекании физиологических процессов организма [2]. Оседая на вегетативных органах растений, дорожная пыль затрудняет процессы фотосинтеза и устьичное дыхание [3, 4]. Эти процессы дестабилизируют придорожные экосистемы, приводя к элиминации видов на данных территориях и способствуя необратимым изменениям их качественного и количественного состава [3, 5].

Для изучения динамических показателей пылеосаждения, мы предлагаем оригинальную конструкцию прибора, позволяющую не только оценивать количество дорожной пыли, накапливающейся на единице площади за единицу времени, но и проводить сравнительный анализ полученных показателей из разных точек исследования. Кроме этого, конструкция прибора позволяет учитывать количество дорожной пыли, оседающей на плоскостях, сориентированных горизонтально и вертикально относительно поверхности земли или расположенных под определенным углом к ней. Данная конструкция позволяет снимать показатели запыленности на различной высоте от поверхности земли и на различном удалении от дорожного полотна. В верхней части конструкции предусмотрен флюгер, указывающий направление ветра. При работе с прибором, кроме всего прочего, дополнительно измеряют и учитывают такие абиотические факторы среды как влажность, силу и скорость ветра, температуру, атмосферные осадки. Исследования целесообразно проводить в сухую погоду, спустя несколько дней после выпадения дождя, когда поверхность земли просохнет окончательно.

Описание прибора. Конструкция состоит из опорного шеста длиной 5 м. В нашем варианте использовался деревянный брус с квадратным сечением. Сторона квадратного сечения равнялась 5 см. К опорному шесту, отступив от конца нижней части 50 см, перпендикулярно прикрепляется рейка-держатель длиной 150 см. Далее, отступив от места прикрепления 50 см, выше крепится другая рейка-держатель такого же размера, затем вновь отступают вверх 50 см и

прикрепляют следующую рейку-держатель. Такие действия повторяют до самого верха опорного шеста. Таким образом, к шесту прикрепляют в общей сложности 10 реек (рис. 1).

Для улавливания оседающей из атмосферного воздуха дорожной пыли используют учетные пластины площадью 25 см^2 (5 х 5 см), сделанные из пластика или стекла (рис. 2). Если пластиковая поверхность учетной пластины гладкая и скользкая, для лучшего удержания пылевых частиц ее обрабатывают наждачной бумагой, стеклянные пластины можно покрыть желатиновым раствором или также обработать наждачной бумагой. Для определения фракционных составляющих дорожной пыли, толщины пылевого слоя, размеров пылевых частиц или особенностей качественного состава пылевых компонентов возникает необходимость просмотра объекта под микроскопом. В этом случае целесообразно использовать стеклянные учетные пластины, на которых осевшую пыль можно рассмотреть в проходящем свете микроскопа. Учетные пластины должны легко сниматься с рейки-держателя, чтобы при этом с них не происходила потеря пылевого налета. Для этих целей учетные пластины размещают на деревянных (фанерных) основаниях, которые непосредственно жестко закрепляются на рейке-держателе (рис. 2).

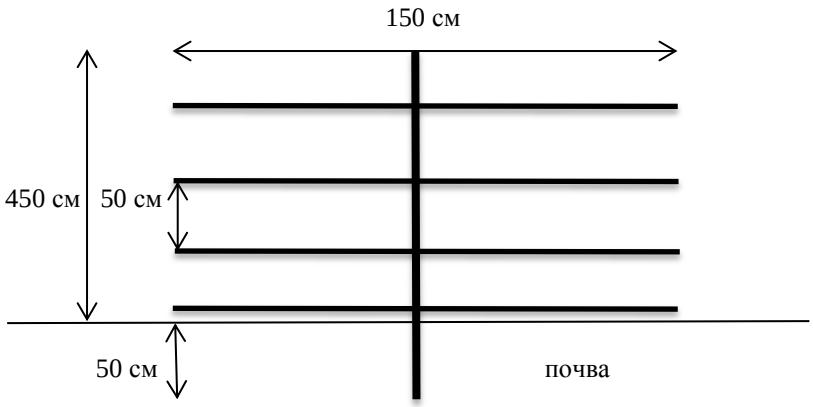

Рис. 1. Схема крепления элементов конструкции (пояснения в тексте)

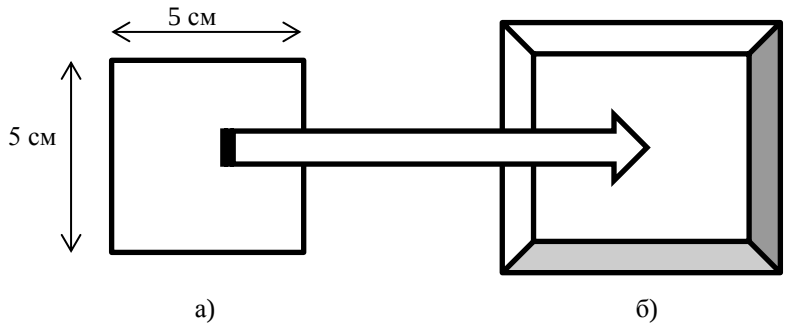

Рис. 2. Учетная пластинка (а), прикрепляющаяся к деревянному основанию (б)

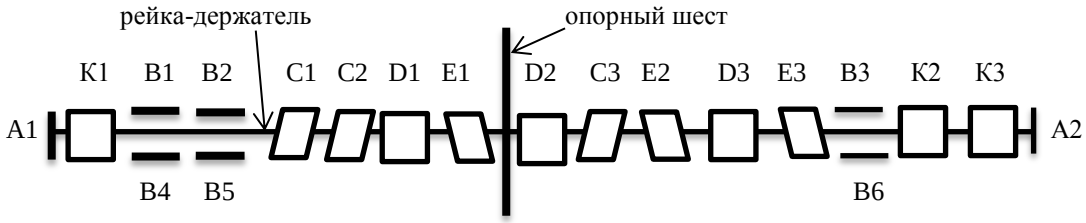

Рис. 3. Схема расположения учетных пластин на рейке (пояснения в тексте)

Закрепление пластин на рейках-держателях производят под разными углами к поверхности земли (рис. 3). Делается это для того, чтобы выяснить разность в количестве дорожной пыли, остающейся на пластинах, сориентированных в разных плоскостях. Учетные пластины, обозначенные на рис. 3 как А1 и А2, крепятся к торцам рейки-держателя, перпендикулярно ее продольной оси. Их собирающие пыль поверхности направлены в противоположные стороны относительно друг друга. Плоскости учетных пластин, обозначенных на рис. 2 как В1-В6, расположены параллельно поверхности земли, причем пластины В1, В2 и В3 обращены поверхностями, собирающими пыль, к верху, а пластины В4, В5 и В6 – к низу. Учетные пластины С1, С2 и С3 расположены под углом 45° по отношению к поверхности земли, собирающая пыль сторона этих пластин обращена к дороге. Учетные пластины Е1, Е2 и Е3 расположены также под углом 45° по отношению к поверхности земли, но собирающая пыль сторона этих пластин обращена от дороги в противоположную сторону. Учетные пластины D1, D2 и D3 закреплены на рейке-держателе перпендикулярно поверхности земли, причем их плоскость, адсорбирующая пыль, направлена к дороге, а пластины К1, К2 и К3, закрепленные также перпендикулярно земной поверхности, имеют собирающую поверхность, ориентированную в противоположную от дороги сторону (рис. 3). Всего к одной рейке-держателю прикрепляется в полном комплекте 20 учетных пластин, расстояние между которыми 5 см. На одном опорном шесте устанавливается 10 реек-держателей. Таким образом, общее количество учетных пластин на приборе – 200.

Методика работы с прибором. Для изучения степени осаждения пылевых частиц предложенную конструкцию устанавливают на различном удалении от дороги, расстояние выбирают в зависимости от целей исследования, обычно шаговый интервал удаления составляет 20 м. При необходимости изготавливают несколько одинаковых конструкций прибора и устанавливают их на разном расстоянии от дороги одновременно. Также можно устанавливать несколько таких приборов в одну линию, параллельную дороге. Снимать учетные пластины необходимо, четко фиксируя временной интервал, каждые час, или 12 ч, или сутки, или 7 дней или месяц, в зависимости целей исследования. При этом обязательно учитываются интенсивность автомобильного потока, скорость автомобилей, их габариты, скорость, направление и сила ветра, атмосферные осадки, влажность и температура воздуха. Все эти факторы оказывают влияние на степень осаждения, накопления и удержания пылевых частиц на поверхности учетных пластин. Транспортировать пластины к месту камеральных исследований следует в горизонтальном положении в закрытых чашках Петри или в другой подходящей по размеру химической посуде с притертыми крышками.

Существует несколько простейших вариантов определения веса собранной пыли.

1. С учетных пластин с помощью шприца или пульверизатора аккуратно смывают чистой водой пылевой налет в стеклянные, фарфоровые или пластмассовые емкости, вес которых в пустом состоянии изначально известен. Каждая емкость имеет свой номер. Воду выпаривают, взвешивают обезвоженную пыль вместе с емкостью, в которой она хранилась. Вес пыли вычисляют по формуле

$$M = K - L,$$

где M – вес пыли; K – вес емкости с сухой пылью; L – вес пустой емкости.

2. Перед тем как установить учетные пластины в прибор, их нумеруют и взвешивают. Затем пластины устанавливают в прибор и экспонируют определенное время для сбора пыли. Пластины, покрытые пылью, взвешивают и вычисляют вес пыли по формуле

$$M = F - N,$$

где M – вес пыли; F – вес учетной пластины, покрытой пылью; N – вес учетной пластины без пыли.

3. Количество осажденной пыли можно косвенно оценить по интенсивности светового потока, проходящего через учетную пластину. В этом случае необходимо использовать прозрачные стек-

лянные пластины. Принципиальная схема устройства включает источник направленного света, стеклянную учетную пластину и приемник светового потока (люксметр). Данный прибор градуируют, оценивая прохождение направленного света через чистое стекло (0 баллов) и при различной степени его запыленности, что также косвенно характеризует вес пыли на учетной пластине.

4. При кратковременных исследованиях, когда учетные пластины экспонируются несколько часов, или при слабой запыленности атмосферного воздуха, возможно использование учетных пластин, покрытых липкой лентой (скотчем, клейкой стороной наружу). Запыленность атмосферного воздуха в этом случае можно определить по общему весу прилипших пылевых частиц, который вычисляют по формуле

$$M = R - S,$$

где M – вес пыли; R – вес учетной пластины со скотчем, покрытой пылью; S – вес учетной пластины со скотчем без пыли.

Определить степень запыленности можно также по методике, показанной в предыдущем варианте, пропуская направленный луч через прозрачный скотч с налипшей пылью.

Заключение. Таким образом, используя данную конструкцию прибора, можно определить вес пыли, оседающей на придорожные объекты, имеющие различную пространственную конфигурацию. Прибор позволяет получать данные не только в горизонтальной плоскости на различном удалении от источника пыли, но и на различных высотах от поверхности земли.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Выделение* и количественный анализ наночастиц дорожной пыли / М.С. Ермолин, П.С. Федотов, А.И. Иванеев [и др.] // Журнал аналитической химии, 2017. Т. 72, № 5. С. 448–461.
2. *Власов Д.В., Касимов Н.С., Кошелева Н.Е.* Геохимия дорожной пыли (Восточный округ Москвы) // Вестник Московского университета. Серия 5. География. 2015. № 1. С. 23–33.
3. *Кайгородов Р.В., Тиунова М.И., Дружинина А.В.* Загрязняющие вещества в пыли проезжих частей дорог и в древесной растительности придорожных полос городской зоны // Вестник Пермского университета. Серия Биология. 2009. Вып. 10 (36). С. 141–146.
4. *Хузина Г.Р.* Влияние урбаносреды на морфометрические показатели листа березы повислой (betula pendula roth) // Вестник Удмуртского университета, 2010. Вып. 3. С. 53–57.
5. *Василевская Н.В., Лукина Ю.М.* Влияние техногенного загрязнения на динамику роста и мезоструктуру листьев Betula czerepanovii Orlova (Мурманская область) // Ученые записки Петрозаводского государственного университета, 2011. № 8. С. 14–18.

DEVICE FOR STUDING THE DEGREE OF PRECIPITATION OF DUST PARTICLES OF ATMOSPHERIC AIR NEAR CAR ROADS

A.N. Timofeev

Voronezh State Pedagogical University (VGPU)
Russian Federation, Voronezh, Lenin St., 86

A description of the device design for trapping precipitating road dust using 25 cm^2 plates is given, methodological recommendations for further processing of the collected material and determining the weight of a single dust sample are given, some natural factors affecting the degree of dust precipitation are considered. The design of the device allows taking into account the amount of road dust deposited on planes oriented horizontally, vertically or at the angle of 45° to the surface of the earth. It is possible to measure the amount of dust at different heights from the surface of the earth and at different distances from the dust source. When using several devices at the same time, or by installing one device in series at several points, a comparative analysis of the results obtained is carried out.

Keywords: road dust, methods of studying road dust, dust precipitation, dust particles, fine dust.