



А.Ю. Сидорчук

Московский университет

Пространственная изменчивость сцепления пластичного грунта

Для использования стохастических моделей почвенной эрозии (Nearing, 1991; Wilson, 1993; Sidorchuk, 2005) необходимо знать не только средние характеристики взаимодействующих водного потока и размываемого грунта, но и их пространственно-временную изменчивость. Если принципы высокочастотных измерений актуальной скорости и глубины водного потока давно известны (Михайлова, 1962), то способы определения изменчивости сцепления грунта в масштабе размера почвенного агрегата не вышли из стадии эксперимента. Одним из таких способов является метод погружения в грунт штампа известной формы (Цытович, 1934, Мирцхулава, 1988). В предлагаемой модификации этого метода штамп имеет форму узкого лезвия.

Главным элементом измерительной установки (рис.1) является поступательный винт, который сообщает горизонтальной каретке с образцом грунта равномерное поступательное движение со скоростью 1.2 мм/мин. В грунт на глубину 3 мм погружено лезвие шириной 1 мм и с толщиной у основания клина 0.2 мм. Давление на лезвие разрезаемого при движении каретки грунта передается на упругую мембрану и преобразуется в электрический сигнал. С помощью аналогово-цифрового устройства этот сигнал оцифровывается с частотой 100 герц, осредняется для периода 0.1 с и полученный ряд давления записывается в память ЭВМ. Одновременно процесс взаимодействия грунта с лезвием снимается цифровой видеокамерой с разрешением 640*480 пикселей с частотой 1 кадр в минуту.



Размер каретки с образцом грунта составляет 250*100*100 мм. Длина каждого разреза 227-228 мм, по ширине каретки можно последовательно расположить 8-10 разрезов. По толщине образца грунта, снимая последовательно отработанные слои, оказалось возможным опробовать три-четыре слоя для получения трехмерной картины

распределения сцепления внутри грунта. Работа с одним образцом занимала около 100 часов непрерывной работы аппаратуры, или 2-3 рабочие недели.

Было проанализировано 6 образцов трех различных почв, отобранных в разных районах Новой Зеландии: лессовой почвы на сельскохозяйственной станции Баллантрэ (4 образца), аллофановой почвы на вулканическом пепле в местности Каи-Иви и суглинистой почвы на выветрелых известняках со станции Тирамоана. Почвы испытывались при влажности выше порога пластичности, но ниже порога текучести, влажность измерялась для каждого разреза. Тем не менее, не удалось избежать последовательного образования в почве перед лезвием ослабленной области диаметром около 1-2 мм с радиальной системой трещин, при прохождении которой давление на лезвие уменьшалось. В результате изменение связности (т.е. давления на лезвие) по длине образца имеет характерную квазипериодическую составляющую с шагом 3-4 мм. Эта квазипериодичность при обработке отбрасывалась путем построения верхней огибающей. Таким образом, пространственная точность измерений связности составила примерно 3-4 мм.

Статистический анализ полученных рядов изменения связности C внутри образцов почвы (рис 2а) показал большую устойчивость типа функции плотности вероятности этой величины: связность грунта при минимальном масштабе пространственных изменений 3-4 мм хорошо описывается логарифмически-нормальным распределением (рис 2б). При этом средняя величина связности и ее дисперсия сильно варьируют от испытания к испытанию с изменением влажности почвы и ее типа.

