

УДК 631.3

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА КРОШЕНИЯ ПОЧВЫ АЭРОДИНАМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Алексеев Виктор Васильевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Математические и инструментальные методы экономики»

Чебоксарский кооперативный институт (филиал) АНО ВПО ЦС РФ «Российский университет кооперации»

428025, Чувашская республика, г. Чебоксары, пр. М.Горького, д. 24; тел.: 89278649214, e-mail: AV77@list.ru

Ключевые слова: крошение и рыхление почвы, почвообрабатывающие машины, аэродинамический метод, удельная поверхность комков, эффективный размер комка, оптимальные режимы работы.

Разработана энергетическая концепция количественной оценки степени крошения почвы почвообрабатывающими машинами. Измерения удельной поверхности образующихся при крошении комков и пористости позволяют ввести в рассмотрение размер «эффективного» комка как характеристику обработки почвы. Использование предложенной энергетической концепции на базе аэродинамического метода позволяет с минимальными затратами времени объективно оценить качество крошения и рыхления почвы.

Введение. Крошение почвы рабочими органами можно рассматривать как комплекс процессов изменения взаимного расположения почвенных частиц, при котором увеличиваются пористость и поверхность частиц (рис. 1). Качество крошения почвы необходимо оце-

нивать независимо от конструктивных параметров рабочих органов и режимов работы. А уже после получения независимых количественных результатов следует выбирать оптимальные орудия, конструктивные параметры, режимы работы.

Изменения, произошедшие в почве после обработки, оцениваются по измерениям гидрофизических показателей: пористости, межкомковой пористости и удельной поверхности комков. Выбор такого набора показателей обусловлен тем, что их сочетание наиболее полно характеризует качество

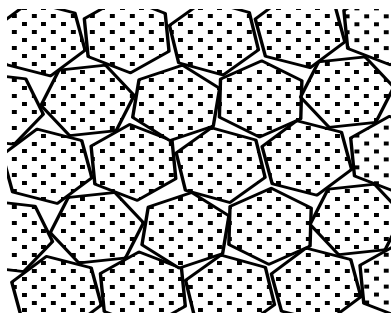
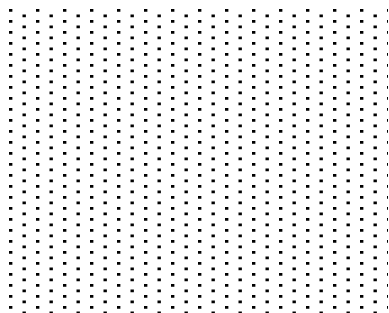


Рис. 1 – Изменение пористости почвы и удельной поверхности комков

процесса крошения почвы. Измерения пористости комков и межкомковой пористости осуществляют, используя область с заданным пониженным давлением, в которую поступает воздух, находящийся в почве. Для определения удельной поверхности комков нами предлагается использовать аэродинамический метод, поскольку он хорошо зарекомендовал себя даже при экспрессном построении основной гидрофизической характеристикой (ОГХ) [1, 2].

Материалы и методы исследований.

При оценке эффективности воздействия рабочего органа на почву определяющей является работа, затрачиваемая на изменение энергии связей между почвенными частицами. При крошении однородного слоя почвы появляются комки (рис. 1), на создание поверхности которых расходуется определенная энергия. Удельная поверхность напрямую связана с энергией E , приходящейся на единицу массы почвы, с учетом коэффициента поверхностного натяжения:

$$E = \sigma (\Omega - \Omega_0), \quad (1)$$

где E – поверхностная энергия, приходящаяся на единицу массы почвы, Дж/кг; σ – коэффициент поверхностного натяжения, Дж/м²; Ω_0 – удельная поверхность почвенных комков до прохождения орудия, м²/кг; Ω – удельная поверхность почвенных комков после прохождения орудия, м²/кг.

Аэродинамический метод построения ОГХ позволяет достаточно быстро получать значения удельной поверхности [1, 2]. На макроуровне он может быть использован для определения удельной поверхности образовавшихся после обработки почвы комков.

Влага в почве ограничена – с одной стороны твердой фазой, а с другой – газо-

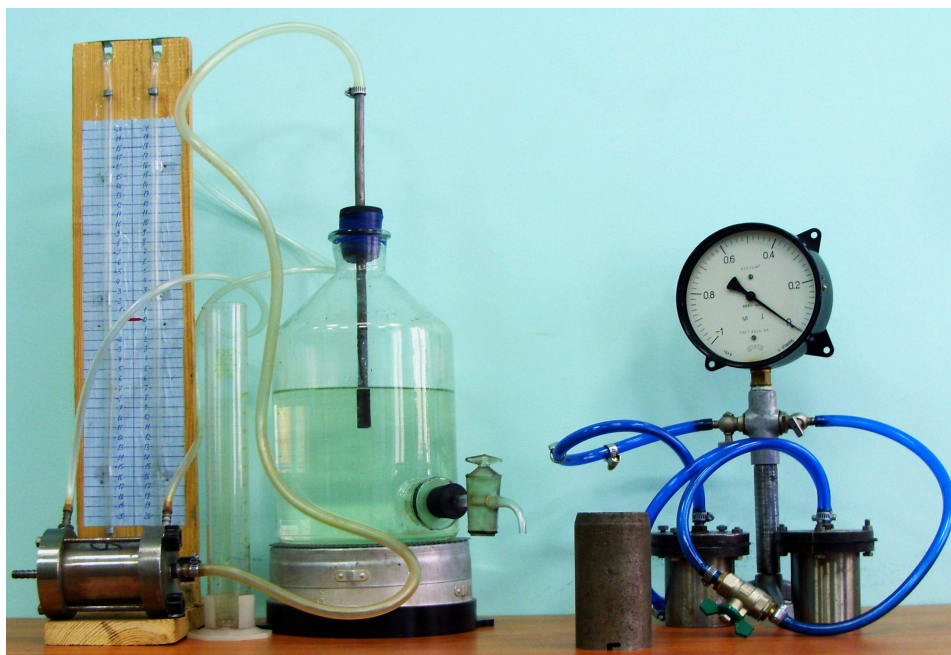


Рис. 2 – Пермиметр (слева) и устройство для определения пористости (справа)

образной, то есть в отличие от свободной влаги имеется поверхностная энергия взаимодействия с воздухом и поверхностная энергия взаимодействия с твердой фазой почвы. Во время образования сети трещин в почве увеличивается ее поверхность взаимодействия с воздухом, а следовательно, имеет место увеличение поверхностной энергии. Общий вид устройств для определения удельной поверхности (пермиметр) и пористости приведен на рис. 2.

При прохождении в почве с\х орудия ее гидрофизические параметры меняются. При разрыхлении почвы совершается работа, которая характеризует энергетическую составляющую процесса воздействия почвообрабатывающего орудия [3, 4]. Пусть энергия почвенной влаги до прохождения почвообрабатывающего орудия по участку почвы – E_0 , а энергия почвенной влаги после взаимодействия рабочих органов почвообрабатывающего орудия с почвой – E . Разность $\Delta E = E - E_0$ показывает, на какую величину изменилась удельная энергия почвенной влаги в результате воздействия на почву рабочих органов обрабатывающего орудия.

Введем понятие – «эффективный размер» комка d . Это такой размер, при кото-

Таблица 1

Качество крошения почвы рабочими органами фрез

Марка фрезы	Межкомковая пористость	Удельная поверхность комков, м ² /м ³	Эффективный размер комков, 10 ⁻³ м
Светло-серая лесная почва			
ФП-1,5	0,32	253,8	2,6±0,8
ФН-2,8	0,51	266,4	2,3±0,5
ФН-3	0,60	241,7	2,4±0,5
ФН-1,2	0,24	136,5	3,8±1,0
ФН-1,2М	0,33	160,5	4,6±0,7
МПТ-1,2	0,35	249,7	2,4±0,6
ФБН-1,5	0,32	173,8	3,5±0,8
ФБН-1,5*	0,42	221,4	2,8±0,7
Серая лесная почва			
ФП-1,5	0,29	231,1	2,8±0,6
ФН-2,8	0,41	232,8	2,8±0,5
ФН-3	0,48	205,7	2,6±0,5
ФН-1,2	0,20	98,4	4,6±0,9
ФН-1,2М	0,25	112,0	4,5±0,7
МПТ-1,2	0,21	189,5	3,6±0,6
ФБН-1,5	0,22	167,6	2,9±0,8
ФБН-1,5*	0,34	202,8	3,3±0,9

* с модернизированными рабочими органами

ром число комков, умноженное на их объем, равно объему образца почвы до обработки. Учитывая, что объем комка пропорционален d^3 , а площадь пропорциональна d^2 , можно, измерив пористость и удельную поверхность, определить «эффективный размер» экспериментально.

Таким образом, появляется возможность оценивать работу различных почвообрабатывающих орудий и сравнивать их между собой. Допустим, до прохождения орудия по участку поля удельная поверхность почвенных комков составляла Ω_{01} , а после его прохождения по участку поля - Ω_1 (Ω_{02} и Ω_2 - соответственно для другого аналогичного орудия на том же поле). Тогда разности $\Delta E_1 = \sigma (\Omega_1 - \Omega_{01})$ и $\Delta E_2 = \sigma (\Omega_2 - \Omega_{02})$ покажут нам, на сколько изменилась удельная энергия почвенной влаги в обоих случаях.

Результаты исследований по оценке качества крошения почвы различными фрезами, проведенных весной 2013 г. на светло-серой и серой лесных почвах Канашского района Чувашской Республики, приведены в таблице 1.

Для сравнения классического и предлагаемого подходов комки были разделены на фракции с помощью набора сит. По результатам измерений массы фракций были построены полигоны частот $n(d)/n$. На рис. 3 представлен полигон частот, построенный по результатам обработки светло-серой лесной почвы фрезой ФБН-1,5 с модернизированными рабочими органами.

Как следует из рисунка, полигон име-

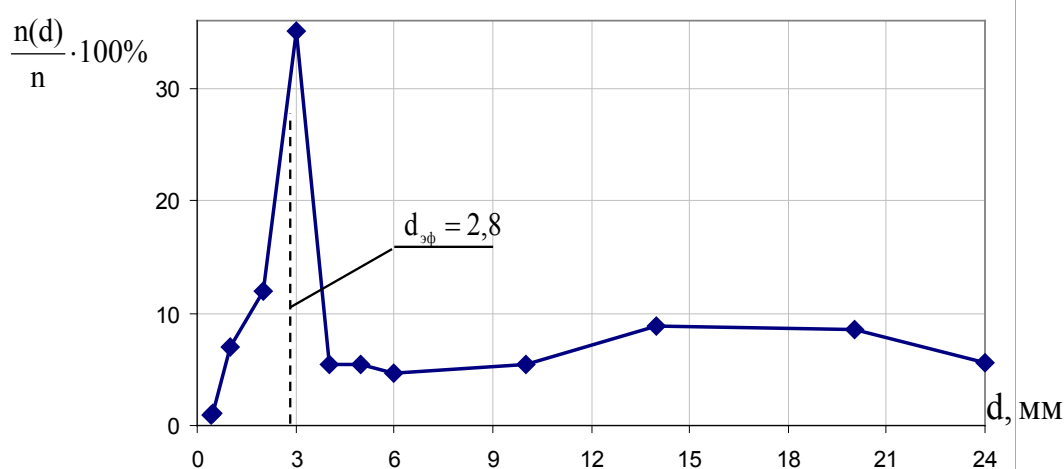


Рис. 3 – Распределение комков по размерам.

ет четко выраженный максимум, соответствующий размеру комка в 3 мм, т.е. доля комков такого размера самая большая. Полученный аэродинамическим способом эффективный размер комков почвы 2,8 мм (табл.), практически совпадает с максимумом на классически построенном полигоне частот. Расхождение между предлагаемым и классическим методом в данном случае не превышает 6,7 %.

Выводы. Полученный в результате использования предложенного метода оценки качества крошения почв эффективный размер комка почвы незначительно отклоняется от значения максимума на полигоне распределения комков по размерам, полученным классическим просеиванием через набор сит (расхождение не превышает 6,7 %). Это позволяет использовать удельную поверхность комков и пористость для количественной оценки качества крошения почвы, сравнения почвообрабатывающих орудий между собой, а также и выбора наиболее подходящего из них для конкретного типа почв.

Библиографический список

1. Алексеев, В.В. Аэродинамический метод получения основной гидрофизической характеристики почв / В.В. Алексеев, И.И. Максимов // Почвоведение. 2013, № 7. - С. 822-828.
2. Сысуев, В.А. Получение основной гидрофизической характеристики почв на основе идеализированных моделей / В.А. Сысуев, И.И. Максимов, В.В. Алексеев, В.И. Максимов // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук № 5, 2013. - С. 66-63.
3. Алексеев, В.В. Энергетическая оценка механического воздействия на почву почвообрабатывающих машин и орудий / В.В. Алексеев, И.И. Максимов, В.И. Максимов, И.В. Сякаев // Аграрная наука Евро-Северо-Востока № 3 (28), Киров, 2012. - С. 70-72.
4. Алексеев, В.В. Уточненная оценка уплотненного состояния почв / В.В. Алексеев // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова № 5, Саратов, 2013. - С. 49-51.

УДК 639.349

ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ СПИРАЛЬНО-ВИНТОВОГО УСТРОЙСТВА С ПЕРЕМЕННЫМ ШАГОМ

Исаев Юрий Михайлович, доктор технических наук, профессор кафедры «Математика и физика»

Семашкин Николай Михайлович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Математика и физика»

Злобин Вадим Александрович, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры «Математика и физика»

Назарова Наталья Николаевна, инженер кафедры «Математика и физика»

Сотников Максим Владимирович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Технологии и средства механизации в агробизнесе»

ФГБОУ ВПО «Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина»

432017, г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, 1; тел.: 8 (84231) 55-95-49,

e-mail: isurmi@yandex.ru

Ключевые слова: спиральный винт, переменный шаг, частица, сила трения, коэффициент трения скольжения, угол наклона устройства, угловая и осевая скорости.

Получено выражение для определения угла между нормальной реакцией поверхно-