

ТЕХНИКА

УДК 621.6.04:539.551:533.6.013.422

**А.А. Гнездилов,
К.А. Пехтерев,
Д.Н. Пирожков,
С.А. Сорокин**

ИЗМЕНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОЙ ВЯЗКОСТИ ДИСПЕРСНЫХ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ВИБРАЦИИ

Многие области современной техники построены на основе использования вибрационных машин, конструкции которых сравнительно просты в изготовлении, менее энерго- и материалоемки, а также позволяют интенсифицировать большинство технологических процессов (смешивание, дозирование, уплотнение, транспортирование и др.), где имеет место виброоживление сыпучего материала. Одной из основных характеристик виброоживленного состояния среды является эффективная вязкость, которая, главным образом, зависит от параметров вибрации (амплитуда a и частота ω). Поэтому необходимо определить такие параметры, при которых вязкость будет оптимальна для данного процесса.

Существует два основных способа для определения эффективной вязкости: капиллярный и ротационный [1]. Вибровискозиметры, основанные на этих принципах, сложны в изготовлении и имеют большие габариты.

С целью изучения изменения вязкости под воздействием вибрации на кафедре механизации животноводства Алтайского ГАУ был изготовлен опытный образец вискозиметра, лишенный вышепере-

численных недостатков. Принципиальная схема вискозиметрической установки приведена на рисунке 1.

Работа вибровискозиметра осуществляется следующим образом: сыпучий материал, находящийся в контейнере 2, подвергается воздействию вибрации, создаваемой эксцентриком 5 посредством электродвигателя; сферическое тело 3 с проточками перемещается по струнам 4 внутри контейнера, преодолевая сопротивление сыпучей среды, фиксируемое датчиком 7; сфера движется с постоянной скоростью, обеспечиваемой редуктором 8. При проведении экспериментов частота колебаний изменялась с помощью преобразователя частоты тока, а амплитуда - эксцентриком.

Усилие на протягивание сферы, снимаемое датчиком, преобразуется в электрический сигнал, который подается на осциллограф, пройдя предварительное усиление. Шкала осциллографа тарирована на необходимый диапазон усилий. По полученным данным можно определить вязкость μ , используя формулу для жидкостей, подчиняющихся закону Ньютона [2]:

$$\mu = \frac{P}{3\pi dV},$$

где P – усилие на преодоление сопротивления материала, Н;

d – диаметр сферы, м;

V – скорость движения сферы, м/с.

Эксперимент проводился по D-, G-оптимальному симметричному ортогональному плану третьего порядка на че-

тырех уровнях варьирования с числом опытов 96 [3] и пятикратной повторностью, позволяющий удобно и экономично реализовать большую серию опытов. В качестве факторов были приняты: X_1 – высота слоя H (м), X_2 – расстояние от дна контейнера до струны h (м), X_3 – амплитуда a (м), X_4 – частота колебаний ω (с⁻¹). Уровни варьирования факторов приведены в таблице.

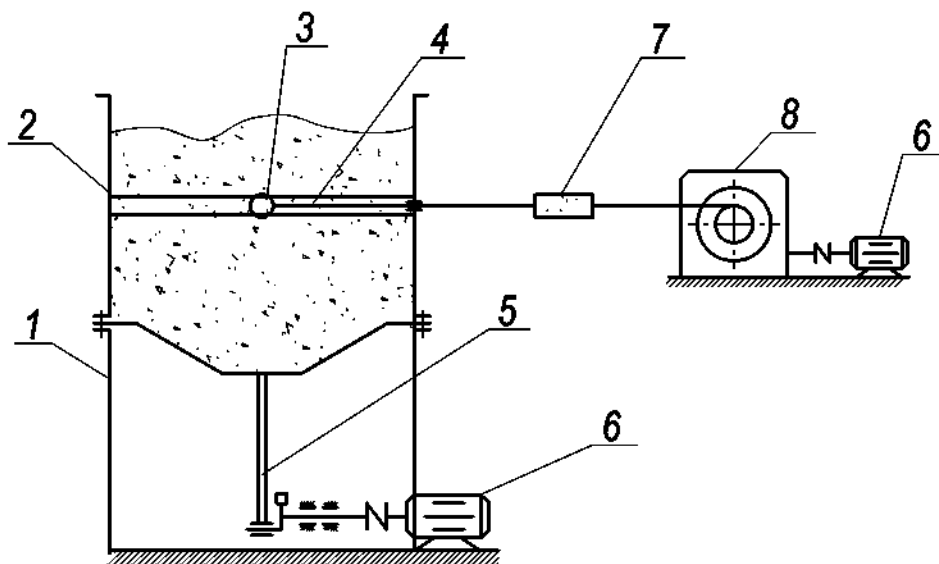


Рис. 1. Принципиальная схема вискозиметрической установки:
1 – рама; 2 – контейнер; 3 – сфера; 4 – струна; 5 – эксцентриковый привод;
6 – электродвигатель; 7 – датчик; 8 – редуктор

Таблица

Уровни варьирования

Уровни варьирования	Факторы			
	X_1	X_2	X_3	X_4
-1	120	$0,3^2 H$	1	100
-0,5	135	$0,4 H$	2	135
0,5	165	$0,6 H$	4	205
1	180	$0,7 H$	5	240

В результате обработки экспериментальных данных с помощью пакета STATISTICA v 6.0 было получено следующее уравнение регрессии для цельной пшеницы в кодированном виде:

$$\begin{aligned} \mu = & 0,15 + 0,1X_1 - 0,02X_2 - 0,01X_3 + 0,11X_4 - 0,02X_1^2 - 0,08X_1X_2 - 0,06X_1X_3 + 0,05X_2^2 + \\ & + 0,08X_2X_3 + 0,16X_3^2 + 0,12X_3X_4 + 0,06X_4^2 - 0,03X_1^3 - 0,09X_1^2X_2 + 0,04X_1X_2^2 + \\ & + 0,06X_1X_2X_3 - 0,02X_1X_2X_4 + 0,07X_1X_3^2 + 0,03X_1X_3X_4 - 0,04X_1X_4^2 + 0,02X_2^3 - \\ & - 0,03X_2X_3^2 - 0,3X_2X_3X_4 - 0,05X_2X_4^2 - 0,07X_3^3 - 0,08X_3^2X_4 - 0,08X_3X_4^2 - 0,05X_4^3. \end{aligned}$$

Для более полного анализа экспериментальных данных на рисунках 2 и 3 представлены трехмерные поверхности отклика μ (a ; ω) и μ (H ; h).

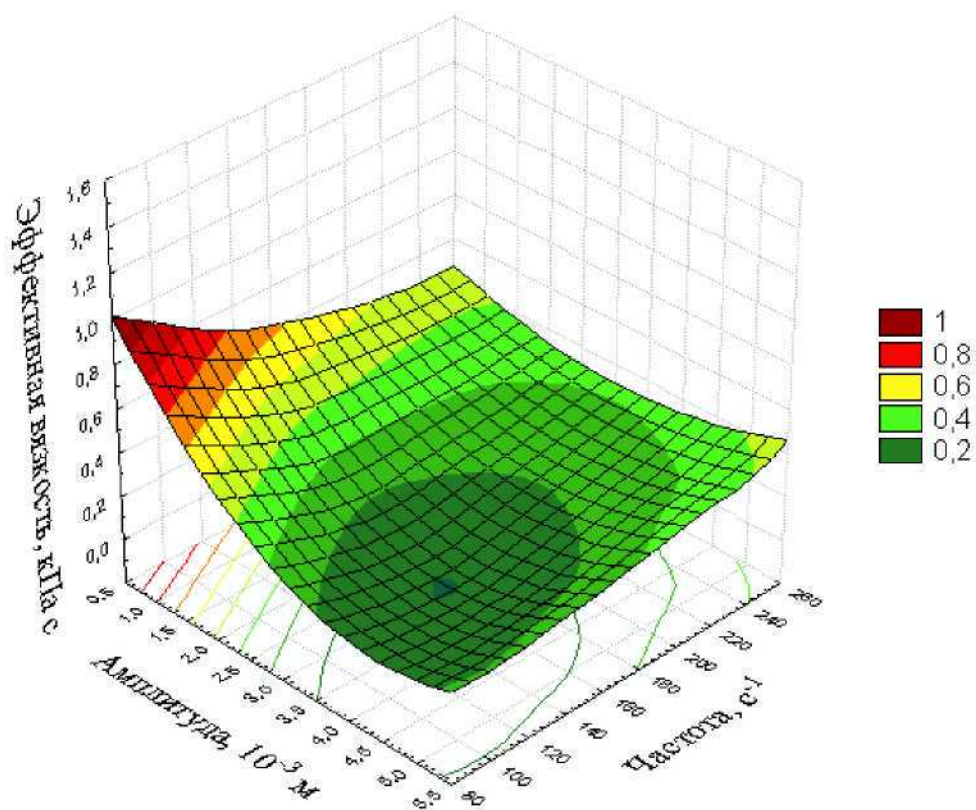


Рис. 2. График зависимости вязкости от амплитуды и частоты колебаний

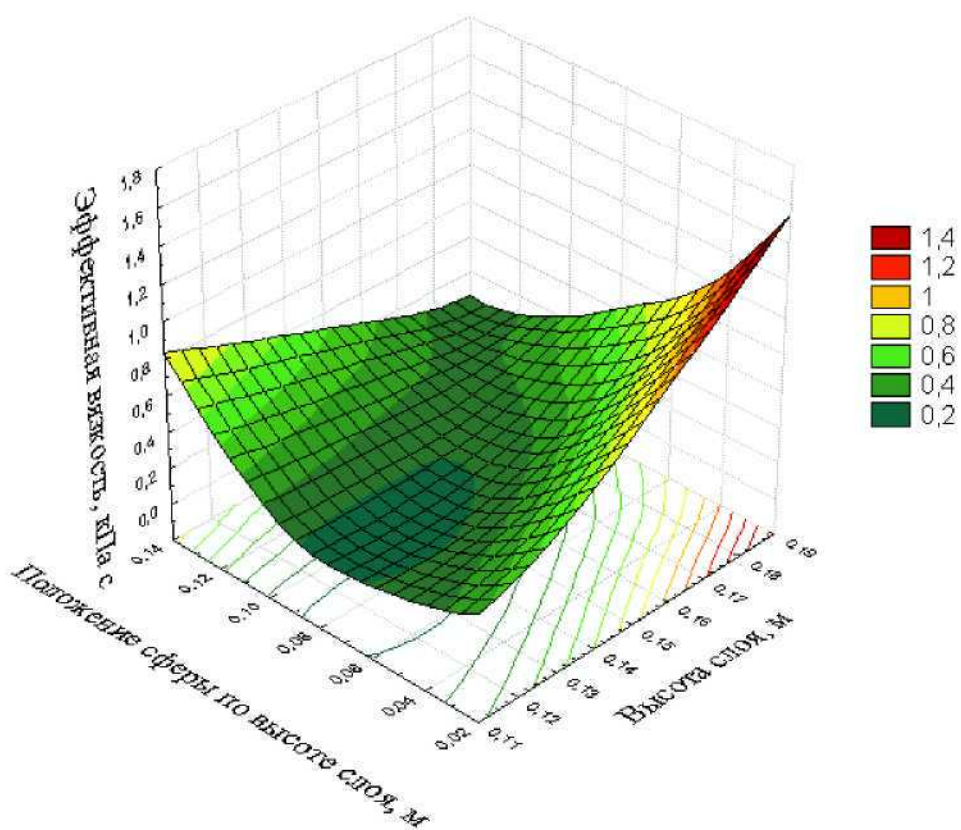


Рис. 3. График зависимости вязкости от высоты слоя и расположения струны

Проверка модели на адекватность по критерию Фишера показала, что $F_{расч} < F_{табл}$ - представленная модель адекватно описывает полученные данные по определению эффективной вязкости при 95%-ной доверительной вероятности.

Проанализировав графики, можно сделать следующие выводы:

1. При уменьшении частоты и амплитуды колебаний эффективная вязкость материала увеличивается. Но возможно такое сочетание параметров вибрации (амплитуды и частоты), при котором дисперсный сыпучий материал переходит в виброкипящее состояние, характеризующееся минимальной вязкостью.

2. С увеличением высоты слоя вязкость увеличивается, что обусловлено ростом давления материала на иссле-

дуемую область и затуханием силового импульса.

3. При изменении расположения струны по высоте слоя вязкость принимает максимальное значение в нижней части объема дисперсного сыпучего материала, вследствие давления вышележащих слоев.

Библиографический список

1. Урьев Н.Б. Высококонцентрированные дисперсные системы / Н.Б. Урьев. М.: Химия, 1980. 320 с.

2. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа / Л.Г. Лойцянский. 5-е изд., перераб. и доп. М.: Наука, 1978. 736 с.

3. Таблицы планов эксперимента для факторных и полиномиальных моделей (справочное издание) / В.З. Бродский, Т.И. Голикова, Е.П. Никитина и др. М.: Металлургия, 1982. 752 с.



УДК 631.372:631.4

С.А. Белокурено,
И.О. Гейнрих



ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ С УЧЕТОМ УПЛОТНЯЮЩЕГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ХОДОВЫХ СИСТЕМ НА ПОЧВУ

Интенсификация сельскохозяйственного производства, стремление к повышению производительности труда вызвали необходимость создания машин и орудий большой мощности и массы. За последние двадцать лет масса тракторов, например, в расчете на единицу площа-

ди пашни, увеличилась почти в 3 раза. Причем это были колесные трактора с удельным давлением 0,7-1,1 кг/см², а у современных энергонасыщенных колесных тракторов оно выше в 1,5-2 раза.

Исследования Почвенного института им. В.В. Докучаева, Всесоюзного науч-