

смола, улучшения бактерицидного действия дезинфектантов.

Закон об охране окружающей среды № 7-ФЗ от 10.01.2002 считает первоочередным вопрос о защите водоемов от загрязненных стоков, при этом важными показателями при оценке схем водоподготовки является количество и состав сбрасываемых вод, возможность их сброса в открытые водоемы без очистки и способы очистки. В связи с этим можно сделать вывод, что применение магнитной обработки воды в малой энергетике является экологически и экономически оправданным.

Список литературы

1. Водоподготовка: справочник / Под ред. С.Е. Беликова. — М.: Аква-Терм, 2007. — 240 с.

2. Очистка воды для технологических и бытовых целей на предприятиях сельскохозяйственного производства / В.П. Коваленко, Е.А. Улюкина, В.Б. Бабко, Е.Н. Пирогов, Ш.А. Давлетьяров // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. Агроинженерия. — 2008. — № 4 (29). — С. 33–36.

3. Гусев С.С., Улюкина Е.А., Михальский Л.Л. Водоподготовка на объектах агропромышленного комплекса // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. Агроинженерия. — 2012. — № 3 (54). — С. 19–22.

4. Лапотышкина Н.П., Сазонов Р.П. Водоподготовка и водно-химический режим тепловых сетей. — М.: Энергоиздат, 1982. — 200 с.

5. Тебенихин Е.Ф., Гусев Б.Т. Обработка воды магнитным полем в теплоэнергетике. — М.: Энергия, 1970. — 144 с.

6. Классен В.И. Вода и магнит. — М.: Наука, 1973. — 120 с.

УДК 621.013; 621.928; 622.74

Ю.Г. Чуринов, канд. техн. наук

Костромская государственная сельскохозяйственная академия

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАЗДЕЛЕНИЯ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ ПО КРУПНОСТИ НА СЕПАРАТОРАХ ВИБРАЦИОННОГО ТИПА

В работе [1] представлена методика определения эффективности процесса сепарации на промышленных сепараторах вибрационного типа (виброгрохотах). Недостатком этой методики является необходимость выполнения большого объема вычислений.

Для устранения этого недостатка рассматривают процесс сепарации как непрерывный процесс проникновения гранул нижнего класса, входящих в сортируемую сыпучую смесь, через разделительную (просеивающую) поверхность рабочего органа сепаратора, что вполне допустимо, если в этом процессе участвует достаточно большое число гранул (что и имеет место на практике использования промышленных сепараторов).

Необходимо обозначить следующее:

Q_0 — объемное количество материала, поступившее на рабочий орган сепаратора в начальный момент времени;

Q — количество материала, прошедшее через рабочий орган за время t ;

$Q_H = \gamma_0 Q_0$ — количество материала нижнего класса, содержащееся в исходном объеме Q_0 ;

γ_0 — относительное содержание гранул нижнего класса в исходном материале.

В качестве исходного пункта данного исследования примем гипотезу: выход сортируемой мас-

сы (количество материала, проходящее за единицу времени через просеивающую поверхность) прямо пропорционален количеству материала нижнего класса над просеивающей поверхностью и обратно пропорционален количеству всего материала над просеивающей поверхностью в данный момент времени.

Это положение описывается следующим дифференциальным уравнением:

$$\frac{dQ}{dt} = a \frac{Q_H - Q}{Q_0 - Q}, \quad (1)$$

где a — коэффициент пропорциональности.

Разделяя переменные и интегрируя, получим

$$Q - (Q_0 - Q_H) \ln(Q_H - Q) = at + C. \quad (2)$$

Постоянную интегрирования найдем из начальных условий: при $t = 0$, $Q = 0$;

$$C = -(Q_0 - Q_H) \ln Q_H.$$

Частное решение, удовлетворяющее этим начальным условиям:

$$\gamma_0 \frac{Q}{Q_H} - (1 - \gamma_0) \ln \left(1 - \frac{Q}{Q_H} \right) = a \frac{t}{Q_0}.$$

Если $t = T$, где T — время цикла сортировки (среднее время пребывания единицы объема сы-

пучей массы на рабочем органе сепаратора, определяемое как отношение длины рабочего органа к средней скорости движения сыпучей массы вдоль просеивающей поверхности), то $Q/Q_H = E$ — эффективность сепарации.

Тогда

$$\frac{a}{Q_0} T = \gamma_0 E - (1 - \gamma_0) \ln(1 - E).$$

Отсюда

$$a = \frac{Q_0}{T} [\gamma_0 E - (1 - \gamma_0) \ln(1 - E)]$$

и, следовательно:

$$\frac{t}{T} = \frac{\gamma_0 \frac{Q}{Q_H} + (1 - \gamma_0) \ln \left(\frac{1}{1 - \frac{Q}{Q_H}} \right)}{\gamma_0 E + (1 - \gamma_0) \ln \frac{1}{1 - E}}. \quad (3)$$

Если величина γ_0 невелика по сравнению с единицей (низкое содержание нижнего класса в исходном продукте), зависимость $Q(t)$ будет иметь вид

$$\frac{t}{T} = \frac{\ln \left(1 - \frac{Q}{Q_H} \right)}{\ln(1 - E)}$$

или

$$\frac{Q}{Q_H} = 1 - (1 - E)^{\frac{t}{T}}. \quad (4)$$

Эту же зависимость, полученную ранее несколькими исследователями в виде

$$Q = Q_H (1 - E^{-\alpha t}),$$

можно вывести исходя из предложения, что выход сортируемого материала через просеивающую поверхность пропорционален количеству гранул нижнего класса в исходном материале, т. е. путем решения дифференциального уравнения:

$$\frac{dQ}{dt} = \alpha(Q_H - Q).$$

Если в уравнении (3) время t равно периоду t_1 одного (первого) взаимодействия сыпучей массы с рабочим органом сепаратора, то отношения Q/Q_H определяет эффективность сортировки после первого взаимодействия; в соответствии с формулой (3) [1]:

$$E_1 = \frac{\Sigma^{(1)}}{\gamma_0}. \quad (5)$$

Здесь

$$\Sigma^{(1)} = \frac{1}{k_1} \sum_{K=1}^{K=k_1} \left(\sum_{i=1}^{i=m} p_i \Delta \gamma_i^{(1)} \right)^K,$$

где $k_1 = \frac{Q_0}{D^{(1)} B v}$ — число условных слоев сортируемой массы перед первым контактом ее с просеивающей поверхностью; Q_0 — объемная производительность сепаратора

по питанию; B — ширина просеивающей поверхности сепаратора; \bar{v} — средняя скорость движения сортируемой массы вдоль поверхности разделения; $D^{(1)} = \frac{1}{\sum_{i=1}^{i=s} \frac{\Delta \gamma_i^{(1)}}{D_i}}$ —

средний размер гранул, составляющих исходную сортируемую массу; s — число всех классов гранул; m — число нижних классов; D_i — размер гранулы класса i ; $\Delta \gamma_i^{(1)}$ — относительное содержание гранул класса i в исходной массе; p_i — вероятность прохода единичной гранулы класса i через разделительную поверхность сепаратора.

Очевидно, что $T/t_1 \sim n_T$, где n_T — число взаимодействий сыпучей массы за цикл сортировки; с учетом этого уравнение (3) примет вид

$$\begin{aligned} \gamma_0 E - (1 - \gamma_0) \ln(1 - E) &= \\ &= n_T \left[\Sigma^{(1)} - (1 - \gamma_0) \ln \left(1 - \frac{\Sigma^{(1)}}{\gamma_0} \right) \right]. \end{aligned} \quad (6)$$

Поскольку

$$L = \frac{\bar{v} n_T}{n_0},$$

где L — длина поверхности разделения, обеспечивающая число взаимодействий сортируемого материала с ней, равное n_T ; n — коэффициент режима сепарации ([2]):

$$\begin{aligned} \gamma_0 E - (1 - \gamma_0) \ln(1 - E) &= \\ &= \frac{L n_0}{v \bar{v}} \left[\Sigma^{(1)} - (1 - \gamma_0) \ln \left(1 - \frac{\Sigma^{(1)}}{\gamma_0} \right) \right]. \end{aligned} \quad (7)$$

Для решения уравнения (6) можно использовать метод итераций. Для этого его удобно представить в виде

$$E = 1 - \exp \frac{\gamma_0 E - A n_T}{1 - \gamma_0},$$

где $A = \Sigma^{(1)} - (1 - \gamma_0) \ln \left(1 - \frac{\Sigma^{(1)}}{\gamma_0} \right)$.

Для приближенных вычислений можно принять

$$\Sigma^{(1)} \approx \frac{p \gamma_0}{k_1}.$$

Подставляя в уравнение (7) выражение $\Sigma^{(1)}$, получим

$$\begin{aligned} \gamma_0 E - (1 - \gamma_0) \ln(1 - E) &= \\ &= \frac{L n_0}{v \bar{v}} \left[\frac{p \gamma_0}{k_1} - (1 - \gamma_0) \ln \left(1 - \frac{p}{k_1} \right) \right]. \end{aligned} \quad (8)$$

Используя уравнение (7) или (8), можно определять параметры процесса сортировки: L — длину просеивающей поверхности при заданной эффективности грохочения E ; ширину рабочего органа грохота, которая влияет на число k_1 условных слоев сортируемой массы; угол наклона просеивающей поверхности, от которого зависит средняя скорость \bar{v} движения материала, число слоев k_1 и вероятность p , а также эффективность грохочения E .

Если количество нижнего класса незначительно, то, положив в формуле (7) $\gamma_0 = 0$, получим

$$\frac{\bar{v}v}{Ln_0} = \frac{\ln(1 - p / k_1)}{\ln(1 - E)}$$

или

$$E = 1 - \left(1 - \frac{p}{k_1}\right)^{\frac{Ln_0}{\bar{v}v}}. \quad (9)$$

Результаты расчетов эффективности сепарации при использовании уравнения (7) и экспериментов, проведенных на лабораторной сортировочной установке свидетельствуют об удовлетворительной точности предлагаемой методики (таблица).

Расчет эффективности сепарации

Результат	1	2	3	4
Опыт	0,994	0,986	0,970	0,945
Расчет	0,999	0,998	0,936	0,937
Погрешность, %	+0,5	+1,2	-3,5	-0,8

Список литературы

1. Чурин Ю.Г. Применение теории сепарации при проектировании сепараторов вибрационного типа // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. Агроинженерия. — 2010. — № 1(40).
2. Чурин Ю.Г. Кинематика зерен сортируемого материала и выбор оптимального режима работы виброгрохота с круговыми колебаниями: отчет по НИР КСХИ. — Кострома, 1980. — № 26/80.

УДК 631.372.027

Н.А. Мочунова, канд. техн. наук

Московский государственный университет природообустройства

ВЫБОР И РАСЧЕТ НАСТРОЙКИ РЕГУЛЯТОРОВ

Применение колесных тракторов в качестве энергетических средств на полях нередко оказывает отрицательный эффект и приводит к снижению урожайности сельскохозяйственных культур, необратимому пагубному воздействию на почву. Современными исследованиями установлено, что только около 12 % площади полей не подвержено воздействию движителей, а суммарная площадь следов движителей более чем в два раза превышает площадь поля. Недобор урожая по этой причине достигает по различным данным от 20 до 40 %. Кроме того, негативные последствия вредного воздействия ходовых систем на почву характеризуются следующими данными:

- после работы колесного трактора на поле 1 га остается 14...15 т пыли;
- ежегодно с полей уносится до 1,5 млрд т почвы;
- удельное сопротивление почвы из-за переуплотнения увеличивается в 1,5...1,8 раза, что приводит к повышению затрат на обработку на 20...30 % и увеличению расхода топлива на 18 %.

Наибольшей степени уплотняющей деформации подвергаются верхние пахотные слои почвы. Равновесное состояние почвы после уплотнения ее тракторами не восстанавливается в течение вегетационного периода. Воздействие движителей тракторов существенно снижает водопроницаемость и влагоемкость почвы, ухудшая ее водный режим. Уменьшается скважность почвы (общая, капиллярная и некапиллярная), следствием чего является

ухудшение газообмена между почвой и атмосферой, уменьшение массы корневой системы и снижение биологической активности почвы. Возрастает сопротивление почвообработки и ухудшается структура почвы вследствие увеличения глыбистости поверхности почвы.

Наиболее заметным и ключевым фактором в уплотнении почвы является буксование.

Многочисленными исследованиями установлено влияние буксования колес трактора на эксплуатационно-технологические показатели работы машинно-тракторного агрегата (МТА): снижение производительности и проходимости, повышение удельного расхода топлива, износ шин; негативное влияние на физико-биологические свойства почвы (отклонение от оптимальных характеристик почв, таких как твердость, пористость, структура, плотность).

К основным причинам, вызывающим буксование колес, относятся колебания тяговой нагрузки МТА и силы сопротивления его движению.

По нескольким критериям (тягово-сцепные качества, энергетические затраты на буксование и качественные показатели почвы) определяется максимально допустимая величина буксования.

Автоматическое управление давлением воздуха в шинах тракторов в зависимости от их буксования рассматривается проблема уменьшения повреждений структуры почвы тракторами. Для этого разработана система автоматического управления давлением воздуха $P(t)$ в их шинах, которая сни-