

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РАБОТЫ РАЗБРАСЫВАТЕЛЯ ПРИ ВНЕСЕНИИ ДЕФЕКТАТА

**Владимир Павлович Шацкий
Анатолий Петрович Дьячков
Виктор Иванович Глазков
Виталий Анатольевич Следченко
Елизавета Евгеньевна Шередекина
Владислав Александрович Ильинов**

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Важнейшим фактором повышения плодородия почв и эффективности землепользования является известкование кислых почв, которое оказывает многостороннее положительное действие на плодородие почв и урожайность сельскохозяйственных культур. Темпы известкования в ряде регионов РФ сдерживаются из-за недостатка природных известковых материалов. Поэтому одним из способов решения проблемы обеспечения земледелия известковыми удобрениями призвано стать использование отходов промышленности, к которым относятся некоторые виды шлаков, шламов, отходный мел, известково-доломитовые отходы и др. Альтернативой промышленных известковых материалов в районах свекловодства может и должен стать дефекат, который является отходом свеклосахарного производства. Для внесения промышленных известковых материалов используются серийные разбрасыватели типа РУМ (МВУ). Однако их использование при внесении дефектата затруднено, прежде всего из-за повышенной секундной подачи их на рабочие органы, связанной с более низким содержанием карбоната кальция в дефектате по сравнению с другими промышленными известковыми материалами. Анализируя физико-механические свойства отхода свеклосахарного производства и эксплуатационные характеристики машин для внесения минеральных удобрений, авторы пришли к выводу, что при внесении дефектата целесообразнее использовать центробежные разбрасыватели минеральных удобрений типа РУМ (МВУ) с незначительными изменениями конструктивных параметров их рабочих органов. Такие изменения были произведены и проведены производственные испытания усовершенствованных рабочих органов центробежного типа. Результаты испытаний продемонстрировали более качественное распределение дефектата по поверхности почвы в соответствии с агротехническими требованиями. Целью следующего этапа исследований являлась энергетическая оценка работы разбрасывателя типа РУМ (МВУ) с модернизированными рабочими органами центробежного типа. Определены изменения мощности на привод транспортера и привод рабочих органов в зависимости от подачи материала, а также эксплуатационные показатели работы агрегатов для внесения дефектата.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: дефекат, карбонат кальция, кислотность почвы, рабочий орган, доза внесения, мощность, энергозатраты.

ENERGY ESTIMATION OF OPERATION OF SPREADER IN DEFECATE APPLICATION

**Vladimir P. Shatsky
Anatoly P. Dyachkov
Viktor I. Glazkov
Vitaly A. Sledchenko
Elizaveta E. Sheredekina
Vladislav A. Il'inov**

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

The most important factor for increasing the soil fertility and efficiency of land use is the liming of acidic soils that produces a multifaceted positive effect on soil fertility and crop yields. The liming rates in some regions of the Russian Federation are constrained due to the lack of natural lime materials. Therefore, one of the ways to solve the problem of providing lime fertilizers to the agriculture is the use of industrial wastes, which include some types of slag, slurry, waste chalk, lime-dolomite waste, etc. In beet growing areas an alternative to industrial lime

materials should be defecate, which is a waste of sugar beet production. The application of industrial lime materials requires the use of commercial spreaders of the RUM (MVU) type. However, their use in the application of defecate is complicated, mainly because of the increased per-second supply to the working bodies associated with the lower calcium carbonate content in the defecate compared to other industrial lime materials. Analyzing the physical and mechanical properties of sugar beet production waste and the operational characteristics of machines for mineral fertilizer application, the authors concluded that when applying defecate it is more reasonable to use the RUM (MVU) type centrifugal spreaders of mineral fertilizers with minor changes in the design parameters of their working bodies. Such changes were made and production tests of improved centrifugal working bodies were carried out. The test results demonstrated a better distribution of defecate on the soil surface in accordance with the agrotechnical requirements. The objective of the next stage of research was the energy estimation of the operation of the RUM (MVU) spreader with modernized centrifugal working bodies. The authors determined the changes in power on the conveyor drive and the working bodies drive depending on the material supply, as well as the operational performance of the units for defecate application.

KEY WORDS: defecate, calcium carbonate, soil acidity, working body, application rate, power, energy consumption.

Важнейшим фактором повышения плодородия почв и эффективности землепользования является известкование кислых почв, которое оказывает многостороннее влияние на плодородие, повышая урожайность сельскохозяйственных культур. Несмотря на то что положительное действие известкования почв было известно давно, в третьем тысячелетии экономические условия функционирования сельского хозяйства России изменились. Резко снизилась государственная поддержка работ по поддержанию почвенного плодородия, у большинства хозяйств нет финансовых средств для проведения известкования. В связи с тем, что в настоящее время вынос кальция и магния из почвы не компенсируется их внесением, в земледелии страны сложился отрицательный баланс этих элементов. Отмечен интенсивный рост площадей кислых почв в Поволжском, Северо-Кавказском, Центрально-Черноземном регионах Российской Федерации: общая площадь кислых почв в стране превысила 50 млн га.

Темпы известкования в ряде регионов сдерживаются из-за недостатка природных известковых материалов. Поэтому одним из способов решения проблемы обеспечения земледелия известковыми удобрениями призвано стать использование отходов промышленности, к которым относятся некоторые виды шлаков, шламов, отходный мел, известково-доломитовые отходы и др.

Альтернативой промышленных известковых материалов в районах свеклосеяния может и должен стать дефека́т, который является отходом сахарной промышленности. Только за счет ежегодного прироста этого отхода по Воронежской области можно известковать порядка 35–40 тыс. га кислых почв, а ценность и значимость дефека́та подтверждена результатами экспериментальных исследований, проведенных сотрудниками различных организаций [5, 9, 10]. Кроме карбоната кальция в состав дефека́та входят и органические вещества, поэтому он может использоваться и как комплексное удобрение [5, 9, 10].

Из-за низкого содержания карбоната кальция дозы внесения его выше по сравнению с промышленными известковыми материалами и составляют 10–25 т/га по Воронежской области. Серийные разбрасыватели минеральных удобрений типа РУМ (МВУ) за один проход не могут обеспечить эти дозы внесения дефека́та. Кафедра эксплуатации ТТМ Воронежского ГАУ на протяжении ряда лет занималась разработкой рабочих органов центробежного типа. В результате чего было предложено несколько вариантов рабочих органов, которые обеспечивают качественное распределение дефека́та за один проход [1, 4].

Кроме того, были разработаны рекомендации по переоборудованию серийных разбрасывателей типа РУМ (МВУ) для внесения дефека́та заданными дозами. Чтобы обеспечить распределение дефека́та заданными дозами, подача его на рабочие органы возросла в 2–5 раз по сравнению с серийной подачей и составила порядка 45–50 кг/с [6]. В связи с этим возникла необходимость произвести энергетическую оценку работы разбрасывателей при больших подачах дефека́та.

Цель исследования – обеспечить высокопроизводительную и качественную работу серийных машин типа РУМ (МВУ) на внесении дефеката с использованием модернизированных рабочих органов центробежного типа при подаче на них материала в пределах 50 кг/с.

В задачи исследования входило определение следующих показателей:

- изменения мощности на ВОМ и приводе транспортера в зависимости от времени опорожнения кузова при различных подачах;
- изменения крутящих моментов ВОМ и транспортера в зависимости от подачи дефеката на модернизированные рабочие органы центробежного типа разбрасывателя;
- энергозатраты на распределение полного кузова дефеката при различных подачах его на рабочие органы.

Предмет исследования – определение работоспособности и надежности работы разбрасывателя типа РУМ (МВУ) на внесении дефеката при его больших подачах на рабочие органы.

В исследованиях использовали агрегат МТЗ-80.1 + МВУ-6.

Было выдвинуто предположение, что использование разбрасывателя типа РУМ (МВУ) с модернизированными рабочими органами позволит обеспечить заданные дозы внесения дефеката за один проход агрегата, повысить качественные показатели распределения по поверхности почвы и снизить энергозатраты, а также повысить в целом производительность технологической линии.

Энергозатраты на работу разбрасывателя определяют режим работы агрегата, а режим работы, в свою очередь, определяет производительность агрегата и другие его экономические показатели.

Мощность двигателя, необходимая для работы агрегата, определяется уравнениями (1), (2) (3):

$$N_e = N_{ef} + N_{er} + \frac{N_{ВОМ}}{\eta_{ВОМ}}; \quad (1)$$

$$N_{ВОМ} = N_{тр.} + N_g; \quad (2)$$

$$N_{ВОМ} = N_{xx} + N_{уд.} \cdot g = N_{xx} + (N_{уд.тр.} + N_{уд.g}) \cdot dB_p \cdot V_p, \quad (3)$$

где N_e – мощность двигателя трактора, кВт;

N_{ef}, N_{er} – мощность двигателя, расходуемая на перемещение трактора и разбрасывателя с дефекатом, кВт;

$N_{ВОМ}$ – мощность ВОМ, кВт;

$N_{тр.}, N_g$ – мощность на привод транспортера и рабочих органов разбрасывателя, кВт;

$\eta_{ВОМ}$ – КПД передач от двигателя к ВОМ;

N_{xx} – мощность на холостую работу рабочих органов разбрасывателя, кВт;

$N_{xx}, N_{уд.тр.}, N_{уд.g}$ – удельная (на единицу подачи) мощность на привод рабочих органов, на привод транспортера и на привод рабочих органов, кВт/кг/с;

d – доза внесения дефеката, кг/м²;

B_p – рабочая ширина захвата, м;

V_p – рабочая скорость агрегата, м/с.

Эксплуатационным параметром режима работы агрегата при энергетической оценке является рабочая скорость движения агрегата.

В выражении (1) первые два слагаемых определяются конструкцией трактора, его техническим состоянием, грузоподъемностью разбрасывателя, условиями и скоро-

стью движения агрегата. При известной рабочей скорости значение этих слагаемых можно рассчитать по справочным данным [3].

В связи с тем, что данные относительно мощности двигателя, потребной для работы агрегата ($N_{ВОМ}$, N_{xx} , $N_{тр.}$, N_g , $N_{уд.тр.}$, $N_{уд.g}$), при работе разбрасывателей типа РУМ (МВУ) с большими подачами дефеката в литературе отсутствуют, программа эксперимента по определению энергетических показателей разбрасывателя этого типа включала определение зависимости затрат мощности на привод транспортера и на привод рабочих органов в зависимости от подачи дефеката.

Контролируемыми параметрами были следующие:

- $N_{ВОМ}$, $N_{тр.}$, N_g (формулы 2 и 3);
- подача q ;
- время t_k распределения массы дефеката, соответствующая объему кузова разбрасывателя G_k ;
- удельная масса дефеката γ_M ;
- влажность дефеката W .

Методики измерения G_k , W и q стандартны и довольно просты.

Энергозатраты A за опыт определяются в соответствии с выражением

$$A = N \cdot t = M \cdot \omega \cdot t = M \cdot \varphi = M \cdot 2\pi \cdot n_c, \quad (4)$$

где N – мощность на валу ВОМ, кВт;

M – момент на валу ВОМ, Н·м;

ω – угловая скорость вала, рад/с;

φ – угол поворота вала за время опыта, град;

n_c – частота вращения вала за время опыта, с⁻¹.

Учитывая $N_{ВОМ}$ и передаточное отношение i_p от ведущих валов редукторов к валам дисков, в опытах измеряли такие параметры, как момент $M_{ВОМ}$ и момент $M_{тр.}$, и определяли частоту вращения ВОМ на ведущем валу редуктора привода транспортера за время опыта. При этом были заданы следующие предельные ошибки измерений [2, 3, 7]:

- моментов – 3%;
- числа оборотов – 1 оборот;
- скорости вращения валов – 1%;
- времени работы транспортера – 0,2 сек;
- массы дефеката в кузове – 1%.

При измерениях использовались следующие силовые звенья, датчики, приборы:

- специально изготовленное силовое звено – промежуточный вал от ВОМ трактора к валу привода разбрасывателя (проволочные датчики наклеены на вал, предельный момент по расчету – 0,70 кН·м);
- силовое звено на выходном валу редуктора привода транспортера (силовое звено диаметра ДЭК с предельным моментом 0,3 кН·м);
- токосъемники ТРАП-45;
- тахогенератор Д1-3;
- специально изготовленные приборы для замера частоты вращения с герконами КЭН-2 ($L = 20$ мм, $d = 3$ мм) с одним выходным импульсом на оборот вала.

Схема расположения измерительной аппаратуры представлена на рисунке 1.

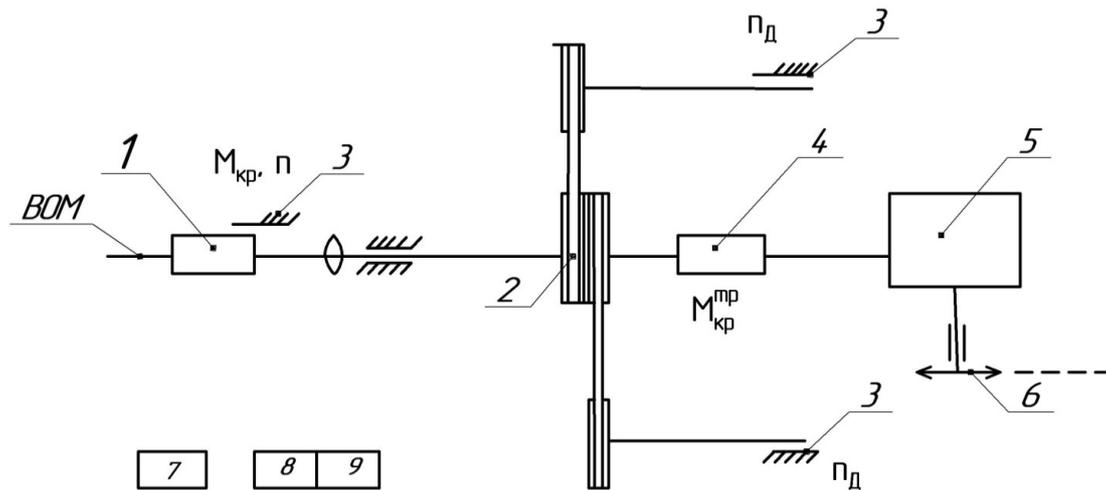


Рис. 1. Схема расположения измерительной аппаратуры при энергооценке разбрасывателя:
 1 – силовое звено для измерения $M_{кр}^{ВОМ}$, $n^{ВОМ}$; 2 – клиноременная передача;
 3 – датчики для измерения частоты вращения; 4 – силовое звено для измерения $M_{кр}^{тр}$;
 5 – редуктор; 6 – цепная передача; 7 – ЭМА-П; 8 – осциллограф Н-700; 9 – усилитель ТОПАЗ-2

Сигналы датчиков фиксировались аппаратурой ЭМА-П, а для контроля хода процесса распределения использовался осциллограф Н-700 с усилителем ТОПАЗ-2. Время опыта фиксировалось этим же оборудованием и секундомером.

Силовые звенья тарировались на специально изготовленном стенде.

В опыте принято распределение массы дефеката полностью загруженного кузова разбрасывателя.

Работа экспериментального рабочего органа оценивалась при следующих подачах: 12,3; 28,6; 40,0; 46,2; 63,0 кг/с.

При фиксации параметров на ЭМА-П измерения выполнялись не менее чем на 4 интервалах продолжительностью по 15–30 секунд с разрывами в 10–15 секунд, необходимыми для снятия результатов измерений. Деление процесса на интервалы необходимо для определения изменения показателей по ходу опорожнения кузова.

На всех подачах опыты проводились в 3-кратной повторности, одна из них фиксировалась на осциллографе. Порядок проведения опытов – рандомизированный.

Измерения проводились при стационарном положении разбрасывателя. После загрузки кузова лишний дефекат по периметру кузова счищался с помощью рейки, разбрасыватель перемещался к месту работы, подключалась измерительная аппаратура, балансировались измерительные цепи; при работе с осциллографом сначала включался осциллограф, затем ВОМ при малых оборотах с постепенным (в течение 3 сек) увеличением подачи топлива до максимальной; при работе с ЭМА-П сначала включался ВОМ с такой же подачей топлива, а через 3 секунды включалась измерительная аппаратура. Во время опыта образующиеся своды непрерывно разрушались искусственно с целью обеспечения постоянства подачи.

При обработке результатов измерений, фиксированных на ЭМА-П, расчеты мощности и энергозатрат по интервалам времени измерений выполнялись по формулам (4).

Энергозатраты на распределение полного кузова дефеката A в Нм рассчитывались по формуле

$$A = \left[\sum_{i=2}^{n-1} M_i (t_u + t_n) + (M_i + M_n) (t_u - 0,5 t_n) \right] \frac{\pi \cdot \eta_{ВОМ}}{60}, \quad (5)$$

где M_i – момент на i -м интервале, Н·м;

t_u, t_n – продолжительность интервала измерения и разрыва во времени между соседними интервалами, с.

По результатам проведенной энергетической оценки работы разбрасывателя при внесении дефеката указанными подачами можно констатировать следующее. В начале работы мощности на ВОМ и привод транспортера меньше максимальных значений, так как первый интервал включает разгон, когда масса дефеката, подающаяся транспортером и поступающая на рабочие диски незначительна. Затем значения мощностей достигают максимумов и начинают снижаться за счет уменьшения массы дефеката в кузове, взаимодействующим с транспортером и движущимся с ним дефекатом. Динамика изменения этих мощностей представлена на рисунке 2.

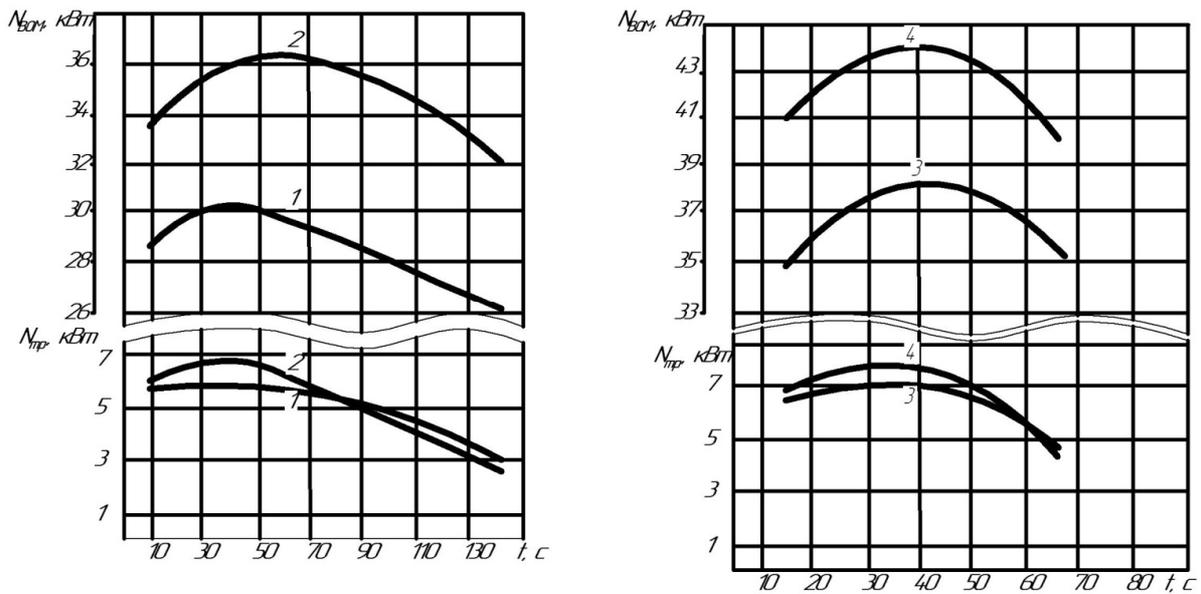


Рис. 2. Изменение мощности на ВОМ и привод транспортера в зависимости от времени опорожнения кузова при различной секундной подаче дефеката на рабочие органы разбрасывателя: 1 – 28,6 кг/с; 2 – 40,0 кг/с; 3 – 46,2 кг/с; 4 – 63,8 кг/с

Максимальные значения крутящих моментов и мощностей при разных подачах представлены в таблице, а соответствующие зависимости – на рисунках 3 и 4.

Энергетические показатели агрегата МТЗ-80.1 + МВУ-6

Показатели	Подача, кг/с				
	63	46,2	40	28,6	12,3
$M_{ВОМ}^{max}$, Н·м	725	632	602	505	254
$N_{ВОМ}^{max}$, кВт	44,3	37,8	36,2	30,6	15,3
$M_{тр}^{max}$, Н·м	127	113	110	97	38
$N_{тр}^{max}$, кВт	8,0	6,8	6,6	5,9	2,3
A_k , МДж	3,92	4,23	5,15	5,68	6,78
$A_{кy}$, МДж/кг/с	0,7	0,82	0,91	1,07	1,24
$N_{ВОМ}^{xx}$, кВт	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9
$N_{тр}^{xx}$, кВт	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7

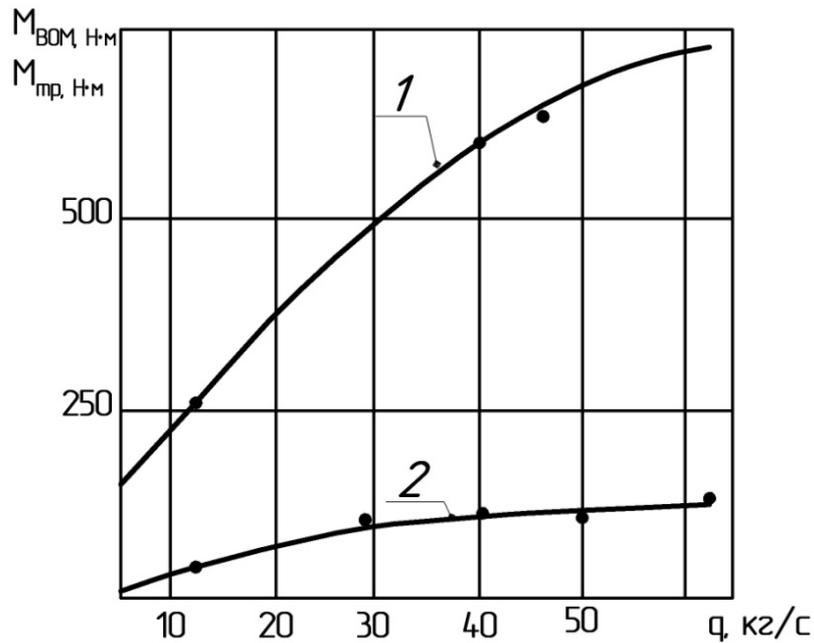


Рис. 3. Изменение крутящих моментов ВОМ и транспортера в зависимости от подачи дефеката на рабочий орган

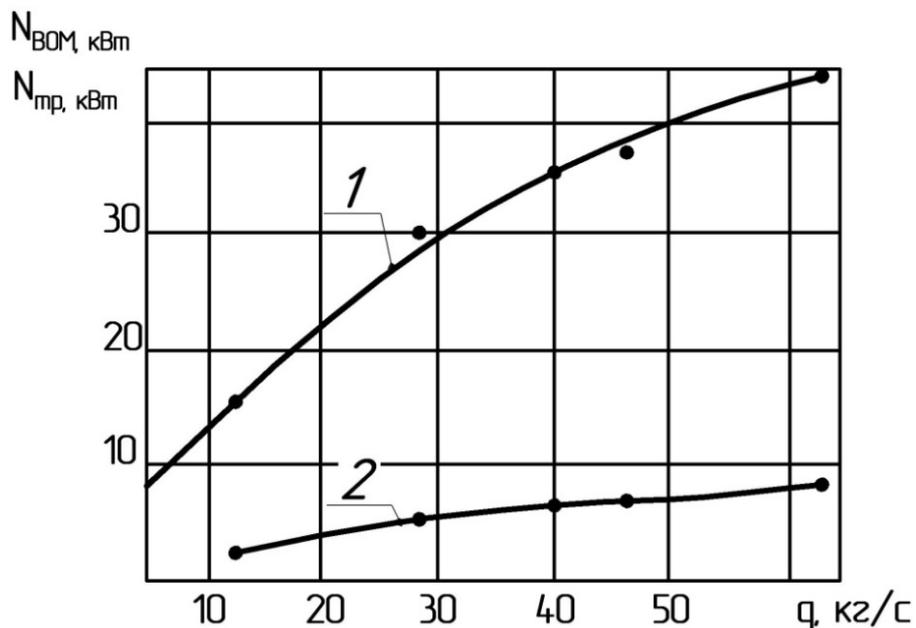


Рис. 4. Изменение мощности на привод ВОМ и привод транспортера в зависимости от подачи дефеката на рабочий орган

Выводы

В районах свеклосеяния в качестве мелиоранта можно использовать дефекат, при этом решаются две народнохозяйственные проблемы – повышается плодородие кислых почв, что ведет к увеличению урожайности сельскохозяйственных культур, и утилизируются отходы промышленного производства.

Для внесения дефеката целесообразно использовать серийные разбрасыватели для внесения минеральных удобрений типа РУМ (МВУ) с модернизированными рабочими органами центробежного типа.

Проведенная энергетическая оценка работы разбрасывателя показала, что рост мощностей и моментов не прямо пропорционален подаче. Удельная мощность на еди-

ницу подачи уменьшается с 1,24 кВт на 1 кг/с при подаче 12,3 кг/с до 0,7 кВт на 1 кг/с при подаче 63 кг/с. С увеличением подачи большая часть дефекта сходит с рабочего органа, не достигая лопаток, она меньше набирает энергии для своего разгона и движения по лопатке.

Основная часть мощности расходуется на распределение материала. Рабочие органы потребляют 81–82% от общей мощности на ВОМ. В результате энергозатраты A_k на распределение полного кузова дефеката с увеличением подачи уменьшаются. При работе экспериментальных рабочих органов при увеличении подачи в 5,1 раза (с 12,3 до 63 кг/с) энергозатраты снизились в 1,7 раза – с 6,78 до 3,92 МДж.

Библиографический список

1. Глазков В.И. Удобрения ложатся в почву равномерно / В.И. Глазков, В.А. Следченко // Сельский механизатор. – 2008. – № 3. – С. 15.
2. ГОСТ 28714-2007. Машины для внесения твердых минеральных удобрений. Методы испытаний. – Введ. 2009–01–01. – Москва : Стандартинформ, 2008. – 15 с.
3. ГОСТ Р 52778–2007 Испытания сельскохозяйственной техники. Методы эксплуатационно-технологической оценки. – Введ. 2008–01–01. – Москва : Стандартинформ, 2008. – 27 с.
4. Дьячков А.П. Обоснование принципиальной схемы рабочего органа центробежного разбрасывателя / А.П. Дьячков, В.И. Глазков // Улучшение работоспособности деталей и узлов с.-х. техники : сб. науч. тр. – Воронеж : ВГАУ, 1995. – С. 57–64.
5. Кольцова О.М. Экологический аспект в оценке использования отходов производства в качестве химических мелиорантов черноземов выщелоченных типичной лесостепи Воронежской области / О.М. Кольцова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2015. – № 4 (47) – С. 12–21.

6. Нормативно-справочные материалы для эксплуатационно-технологической оценки сельскохозяйственной техники. – Москва : ЦНИИТЭИ, 1984. – 169 с.
7. ОСТ 70.7.1-82. Испытания сельскохозяйственной техники. Машины для внесения твердых минеральных удобрений, известковых материалов и гипса. Программа и методы испытаний (взамен ОСТ 70.7.1-74). – Введ. 1983–04–01. – Москва : Госкомсельхозтехника СССР, 1983. – 91 с.
8. ТУ 9112-005-00008064-95. Дефекат. Технические условия. – Введ. 1995–08–06. – Москва : Росглавсахар, 1995. – 8 с.
9. Шишкин А.Ф. Новые известковые удобрения: эффективность и безопасность применения / А.Ф. Шишкин. – Воронеж : ВГАУ, 2001. – 316 с.
10. Якубаускас В.И. Технологические основы механизированного внесения удобрений / В.И. Якубаускас. – Москва : Колос, 1973. – 283 с.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Владимир Павлович Шацкий – доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой математики и физики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Российская Федерация, г. Воронеж, тел. 8(473) 224-39-39, e-mail: mathem@agroeng.vsau.ru.

Анатолий Петрович Дьячков – кандидат технических наук, доцент кафедры эксплуатации транспортных и технологических машин ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Российская Федерация, г. Воронеж, тел. 8(473) 253-77-35, e-mail: kafexpl@agroeng.vsau.ru.

Виктор Иванович Глазков – кандидат технических наук, доцент кафедры эксплуатации транспортных и технологических машин ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Российская Федерация, г. Воронеж, тел. 8(473) 253-77-35, e-mail: kafexpl@agroeng.vsau.ru.

Виталий Анатольевич Следченко – кандидат технических наук, доцент кафедры эксплуатации транспортных и технологических машин ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Российская Федерация, г. Воронеж, тел. 8(473) 253-77-35, e-mail: kafexpl@agroeng.vsau.ru.

Елизавета Евгеньевна Шередекина – старший преподаватель кафедры эксплуатации транспортных и технологических машин ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Российская Федерация, г. Воронеж, тел. 8(473) 253-77-35, e-mail: kafexpl@agroeng.vsau.ru.

Владислав Александрович Ильинов – магистрант кафедры сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Российская Федерация, г. Воронеж, e-mail: vlad93167@gmail.com.

Дата поступления в редакцию 02.03.2018

Дата принятия к печати 22.03.2018

AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Vladimir P. Shatsky – Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of the Dept. of Mathematics and Physics, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russian Federation, Voronezh, tel. 8(473) 224-39-39, e-mail: mathem@agroeng.vsau.ru.

Anatoly P. Dyachkov – Candidate of Engineering Sciences, Docent, the Dept. of Transport Vehicles and Production Machines Operation, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russian Federation, Voronezh, tel. 8(473) 253-77-35, e-mail: kafexpl@agroeng.vsau.ru.

Viktor I. Glazkov – Candidate of Engineering Sciences, Docent, the Dept. of Transport Vehicles and Production Machines Operation, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russian Federation, Voronezh, tel. 8(473) 253-77-35, e-mail: kafexpl@agroeng.vsau.ru.

Vitaly A. Sledchenko – Candidate of Engineering Sciences, Docent, the Dept. of Transport Vehicles and Production Machines Operation, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russian Federation, Voronezh, tel. 8(473) 253-77-35, e-mail: kafexpl@agroeng.vsau.ru.

Elizaveta E. Sheredekina – Senior Lecturer, the Dept. of Transport Vehicles and Production Machines Operation, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russian Federation, Voronezh, tel. 8(473) 253-77-35, e-mail: kafexpl@agroeng.vsau.ru.

Vladislav A. Il'inov – Master's Degree Student, the Dept. of Transport Vehicles and Production Machines Operation, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russian Federation, Voronezh, e-mail: vlad93167@gmail.com.

Received March 02, 2018

Accepted March 22, 2018