

## Литература

1. Степук, Л.Я. Обоснование типа рабочего органа для внутрпочвенного внесения жидкого навоза / Л.Я. Степук, А.А. Жешко, Э.В. Дыба // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. тематич. сб.: в 2 т. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск, 2013. – Вып. 47. – Т. 1. – С. 140–145.
2. Сборник агротехнических требований на тракторы и сельскохозяйственные машины / ЦНИИТЭИ. – М., 1978. – Т. 23. – С. 213–215.
3. Синеоков, Г.Н. Теория и расчет почвообрабатывающих машин / Г.Н. Синеоков, И.М. Панов. – М.: Машиностроение, 1977. – 328 с.
4. Стрельбицкий, В.Ф. Дисковые почвообрабатывающие машины / В.Ф. Стрельбицкий. – М.: Машиностроение, 1978. – 135 с.
5. Степук, Л.Я. Обоснование шага установки дисков и расстояния между их рядами в адаптере для внутрпочвенного внесения жидкого навоза / Л.Я. Степук, А.А. Жешко, Э.В. Дыба // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. тематич. сб.: в 2 т. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск, 2013. – Вып. 47. – Т. 1. – С. 132–140.
6. Степук, Л.Я. Машина для внесения жидких органических удобрений со сменными модулями / Л.Я. Степук, А.А. Жешко, Э.В. Дыба // Международный агроэкологический форум: в 3 т., Санкт-Петербург, 21–23 мая 2013 г. / Северо-Западный НИИМЭСХ. – СПб.: ГНУ СЗНИИМЭСХ Россельхозакадемии, 2013. – Т. 3: Экологические аспекты производства продукции животноводства; снижение отрицательного воздействия химически активного азота на окружающую среду в сельскохозяйственном производстве; полевые исследования для устойчивого развития сельских территорий. – С. 75–79.

УДК 631.333:631.862

**Э.В. Дыба**

*(РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»),  
г. Минск, Республика Беларусь)*

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ  
ВЗАИМОУВЯЗКА ПАРАМЕТРОВ  
ДЕЛИТЕЛЬНОЙ ГОЛОВКИ  
И ДИСКОВОГО АДАПТЕРА**

### Введение

В РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» разработана машина для внутрпочвенного внесения жидкого навоза [1]. Выполняемый машиной процесс происходит следующим образом. Цистерна заполняется навозом посредством устройства самозагрузки, затем машина перемещается к месту внесения навоза. На рабочем участке адаптер переводится из транспортного в рабочее положение. Тракторист переключает рычаг управления вакуум-компрессором в положение (режим компрессора), при котором в цистерне создается избыточное давление, и включает ВОМ трактора. Навоз из цистерны подается по нагнетательному трубопроводу в делительную головку, которая

равномерно распределяет общий поток навоза на множество малых потоков (по количеству дисков в адаптере), поступающих далее по разливочным патрубкам в канавки, отрываемые каждым диском. Чтобы избежать испарения аммиачного азота, канавка закрывается почвой, отбрасываемой соседним диском, который также продельвает канавку, куда подается заданное количество навоза, и также закрывается почвой, отбрасываемой соседним диском.

Таким образом, каждый диск в адаптере, кроме крайнего, выполняет двойную функцию: отрывает канавку, по существу, производит лушение почвы и закрывает в ней навоз. Поэтому необходимо выполнить технологическую взаимосвязку параметров делительной головки и дискового адаптера.

### Основная часть

Объем подаваемого навоза должен быть меньше или равен объему образованной канавки, чтобы не происходило вылива навоза на поверхность почвы. Иными словами, должно соблюдаться условие:

$$V_k \geq V_{жс}, \quad (1)$$

где  $V_k$  – объем открытой канавки, образованной одним диском,  $м^3$ ;

$V_{жс}$  – объем навоза, подаваемый через один разливочный шланг из делительной головки за время существования открытой канавки,  $м^3$ .

В процессе работы сферический диск под действием реактивных сопротивлений почвы вращается вокруг горизонтальной оси. Диск, установленный под углом к направлению движения, образует после прохода канавку в почве, объем которой можно определить по формуле [2]:

$$V_k = \frac{1}{2} h (Y_T b + r_0^2 \operatorname{tg} \alpha), \quad (2)$$

где  $h$  – глубина канавки,  $м$ ;

$Y_T$  – дальность отбрасывания почвы диском в продольной плоскости,  $м$ ;

$b$  – ширина канавки,  $м$ ;

$r_0$  – радиус диска,  $м$ ;

$\alpha$  – угол атаки,  $град$ .

Дальность отбрасывания почвы в продольном направлении можно определить по выражению [3]:

$$Y_T = \frac{1}{g} g \cos^2 \alpha \sqrt{g^2 \cos^2 \alpha + \frac{0,84 q (f - \varphi_{эм}) \operatorname{tg} \alpha \sqrt{h^3 (2r_0 - h)}}{m}},$$

где  $g$  – ускорение свободного падения,  $м/с^2$ ;

$g$  – поступательная скорость движения диска (скорость движения агрегата),  $км/ч$ ;

$q$  – коэффициент объемного смятия почвы,  $МПа/м^3$ ;

$f$  – коэффициент внешнего трения почвы о сталь;

$\varphi_{\text{вн}}$  – коэффициент внутреннего трения почвы;  
 $m$  – плотность почвы,  $\text{кг}/\text{см}^3$ .

Объемная производительность вылива навоза через один разливочный шланг делительной головки определяется по выражению:

$$V_{\text{дз}} = \frac{4 Q_n k_{\text{зн}}}{\pi k}$$

где  $Q_n$  – производительность подачи навоза из цистерны в делительную головку через нагнетательный трубопровод,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;

$k_{\text{зн}}$  – коэффициент гидравлических потерь;

$k$  – количество разливочных шлангов, *шт.*

Объем навоза, подаваемый через один разливочный шланг за время существования открытой канавки (до момента закрытия ее соседним диском):

$$V_{\text{ос}} = \frac{14,4 Q_n k_{\text{зн}} l_{\text{д}}}{\pi k g}, \quad (3)$$

где  $l_{\text{д}}$  – длина участка, на котором осуществляется подача навоза в канавку за единицу времени, равная расстоянию АС (рисунок 60), *м.*

Образованная диском в почве канавка имеет, с некоторым допущением, форму поперечного сечения прямоугольного треугольника (рисунок 60). Гипотенуза АС данного треугольника совпадает с направлением движения агрегата, катет АВ совпадает с касательной к диску, длину которого условно можно принять равной радиусу диска  $r_{\text{д}}$ . Угол ВАС данного треугольника соответствует углу между плоскостью диска и направлением движения агрегата, то есть углу  $\alpha$ . Исходя из вышесказанного, длину участка  $l_{\text{д}}$  определим по теореме Пифагора:

$$l_{\text{д}} = \sqrt{r_{\text{д}}^2 + r_{\text{д}}^2 \text{tg}^2 \alpha}.$$

Подставив в неравенство (1) формулы (2) и (3), получим условие в развернутом виде:

$$\frac{1}{2} h (Y_T b + r_{\text{д}}^2 \text{tg} \alpha) \geq \frac{14,4 Q_n k_{\text{зн}} l_{\text{д}}}{\pi k g}.$$

В конечном итоге для обоснования рациональной глубины хода дисков (глубины канавки) запишем условие:

$$h \geq \frac{28,8 Q_n k_{\text{зн}} l_{\text{д}}}{\pi \cdot k \cdot g \cdot (Y_T b + r_{\text{д}}^2 \text{tg} \alpha)}.$$



1 – разливочный шланг;  
 2 – сферический диск

**Рисунок 60 – Схема к определению объема подаваемого навоза**

Регулирование дозы внесения навоза (от 30 до 60  $m/га$ ) осуществляется за счет изменения скорости движения. Пределы изменения скорости движения агрегата, исходя из агротехнических требований, позволяют вносить максимальную и минимальную дозы навоза ( $D = 60 m/га$  при  $\vartheta = 6 км/ч$  и  $D = 30 m/га$  при  $\vartheta = 12 км/ч$ ). Дозу внесения навоза при различной скорости движения агрегата рассчитывают по формуле:

$$D = \frac{14,4 \cdot 10^4 Q_n k_{zn} \rho \Delta t}{\pi Y_T B}, \quad (4)$$

где  $\rho$  – плотность навоза,  $m/m^3$ ;

$\Delta t$  – время существования открытой канавки, с;

$B$  – ширина захвата агрегата, м.

Как отмечалось выше, канавка, проделанная сферическим диском, практически не деформируется и сохраняется до тех пор, пока соседний диск не сместится на расстояние, равное дальности отбрасывания почвы в продольном направлении  $Y_T$ , и не закроет канавку отбрасываемой почвой. Тогда время существования открытой канавки  $\Delta t$  будет равно:

$$\Delta t = \frac{Y_T}{\vartheta}. \quad (5)$$

Подставив уравнение (5) в выражение (4), при этом произведя сокращения, получим:

$$D = \frac{14,4 \cdot 10^4 Q_n k_{zn} \rho}{\pi \vartheta B}.$$

Результаты технологического расчета по взаимоувязке параметров делительной головки и дискового адаптера при следующих данных: ширина захвата агрегата  $B = 3,7 м$ ; скорость движения агрегата от 6 до 12  $км/ч$ ; угол атаки  $\alpha = 22^\circ$ ; глубина хода диска  $h = 0,06 м$ ; диаметр сферического диска  $D = 0,5 м$ ; подача насоса  $Q_n = 0,04 м^3/с$ ; коэффициент гидравлических потерь  $k_{zn} = 0,8$ ; плотность навоза  $\rho = 1,02 m/m^3$ , приведены в таблице 11.

Таблица 11 – Результаты расчета доз и объема подаваемого в канавки навоза, объема образованных канавок при различной скорости движения агрегата

$D, м$	$\alpha, град.$	$h, м$	$\vartheta, км/ч$	$D, m/га$	$V_{лс}, м^3$	$V_{кд}, м^3$
0,5	22	0,06	6	67,4	0,00044	0,0018
			7	57,8	0,00038	0,0021
			8	50,6	0,00033	0,0024
			9	44,9	0,00029	0,0028
			10	40,5	0,00026	0,0033
			11	36,8	0,00024	0,0037
			12	33,7	0,00022	0,0043

## Заключение

Из данных таблицы следует, что при скорости движения агрегата от 6 до 12 км/ч будет обеспечиваться заданная доза внесения навоза в интервале от 30 до 60 т/га. Кроме того, будет выполняться условие (1), при котором исключается выход навоза из канавки на поверхность почвы.

14.08.2014

## Литература

1. Степук, Л.Я. Машина для внесения жидких органических удобрений со сменными модулями / Л.Я. Степук, А.А. Жешко, Э.В. Дыба // Международный агроэкологический форум: в 3 т. / Северо-Западный НИИМЭСХ, Санкт-Петербург, 21–23 мая 2013 года. – СПб.: ГНУ СЗНИИМЭСХ Россельхозакадемии, 2013. – Т. 3: Экологические аспекты производства продукции животноводства; снижение отрицательного воздействия химически активного азота на окружающую среду в сельскохозяйственном производстве; полевые исследования для устойчивого развития сельских территорий. – С. 75–79.
2. Степук, Л.Я. Обоснование типа рабочего органа для внутрпочвенного внесения жидкого навоза / Л.Я. Степук, А.А. Жешко, Э.В. Дыба // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. тематич. сб.: в 2 т. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск, 2014. – Вып. 47. – Т. 1. – С. 140–146.
3. Степук, Л.Я. Обоснование шага установки дисков и расстояния между их рядами в адаптере для внутрпочвенного внесения жидкого навоза / Л.Я. Степук, А.А. Жешко, Э.В. Дыба // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. тематич. сб.: в 2 т. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск, 2014. – Вып. 47. – Т. 1. – С. 132–140.

УДК (631.333:631.8):681.1

**Л.Я. Степук, А.А. Жешко,  
П.П. Бегун, Н.Д. Гапанович**  
(*РУП «НПЦ НАН Беларуси по  
механизации сельского хозяйства»,  
г. Минск, Республика Беларусь*)

**О ПРОБЛЕМАХ  
ПРИБОРНОГО  
ОБЕСПЕЧЕНИЯ  
ХИМЗАЩИТНЫХ РАБОТ  
И ПУТЯХ ИХ РЕШЕНИЯ**

## Введение

Освоив интенсивные технологии возделывания сельскохозяйственных культур, люди обречены применять биологически активные химические средства защиты растений (ХСЗР). Альтернативы этому пока нет.

В комплексе производственных факторов, с помощью которых повышается продуктивность растениеводства, доля применения ХСЗР достигает 45 %. Они обеспечивают прибавку урожая в пределах 20–30 % в полеводстве и 40–60 % – в плодоводстве.

Будучи высокоэффективными, ХСЗР являются потенциально опасными веществами. Этому вопросу необходимо уделять первостепенное