

## ИЗМЕНЕНИЕ ПО ДЛИНЕ ШТАНГИ КОЭФФИЦИЕНТА ЗАПОЛНЕНИЯ КОЖУХА СПИРАЛЬНОГО ТУКОВЫСЕВАЮЩЕГО АППАРАТА

**Пономаренко Игорь Григорьевич**, кандидат технических наук,  
доцент кафедры теоретической и прикладной механики  
ФГБОУ ВПО «Азово-Черноморская государственная агроинженерная академия»  
347740, Ростовская обл., г. Зерноград, ул. Ленина, д. 21. (86359) 43-5-75  
e-mail: igor\_ponomarenko@mail.ru

**Ключевые слова:** минеральные удобрения, машина для внесения удобрений, штанговый спирально-шнековый туковывсевающий аппарат, равномерность внесения

Рассмотрен технологический процесс распределения минеральных удобрений спирально-шнековым туковывсевающим аппаратам, работающим по тупиковой схеме. Получено и проанализировано условие, описывающее распределение материала в кожухе, необходимое для обеспечения равномерного внесения удобрений, которое позволяет определить расположение высевных отверстий.

Повышение урожайности сельскохозяйственных культур требует применения минеральных удобрений. Одна из причин низкой их эффективности – неравномерное распределение удобрений по полю, связанное с несовершенством технологий их внесения и недостатками технических средств, которые осуществляют эти технологии.

Для внесения минеральных удобрений используют машины со штанговыми туковывсевающими аппаратами (рисунок 1), основной особенностью которых является наличие компактного центрального бункера и распределительно-высевающей системы, обеспечивающей распределение высеваемого материала.

Технологический процесс спирально-шнекового туковывсевающего аппарата зависит от способа организации подачи материала в

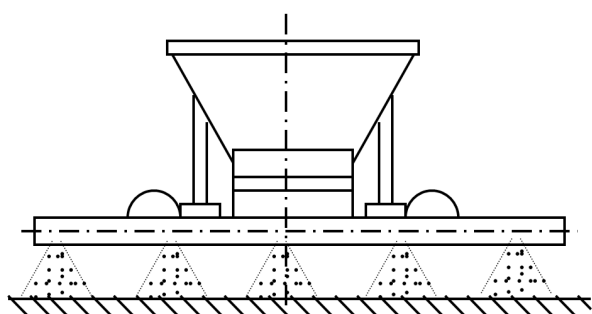
кожух аппарата и способов перераспределения избытка удобрений. Вне зависимости от способа подачи в дальнейшем процесс транспортирования и дозирования материала протекает аналогично, а материал, поступивший в кожух, должен равномерно распределяться через высевные отверстия.

Ввиду простоты конструкции и низкой материалоемкости наиболее перспективной является тупиковая технологическая схема высевающего аппарата, при которой весь материал, поданный в кожух, распределяется через высевные отверстия. Для аппаратов, работающих по такой схеме, условие баланса подачи удобрений в кожух  $Q$  и пропускной способности  $q$ , м<sup>3</sup>/с, высевных отверстий имеет следующий вид:

$$\sum \quad (1)$$

где  $k$  – количество высевных отверстий.

Если суммарная пропускная способность высевных отверстий будет больше, чем объем поступившего в кожух материала, то в периферийную часть штанги удобрения поступать не будут, что приведёт к нарушению равномерности их внесения. Если суммарная пропускная способность высевных отверстий будет меньше подачи, то в периферийной части кожуха возможно накопление материала, что нарушит равномерность



**Рис. 1 – Схема штанговой машины для внесения удобрений**

высева удобрений, вызовет интенсивное их дробление, и, в отдельных случаях, - потерю работоспособности устройства, что нежелательно [1].

При транспортировании и распределении удобрений рассматриваемым туковывсевающим аппаратом будет наблюдаться изменение по длине штанги заполнения кожуха материалом от максимального в заборной части до минимального в периферийной. Это необходимо учитывать при определении параметров высевных отверстий, так как на их пропускную способность, помимо размера и формы, оказывает влияние и высота слоя материала [1, 2].

Степень заполнения кожуха материалом оценивается коэффициентом заполнения, определяемым как отношение площади, занимаемой транспортируемым материалом, к рабочей площади поперечного сечения кожуха.

Заполнение кожуха удобрениями в заборной части штанги должно обеспечить требуемую пропускную способность туковывсевающего аппарата  $Q$ , которая определяется технологическими параметрами машины для внесения удобрений

$$Q = \frac{q_F v_{\text{маш}} B}{2 \cdot 10^4 \gamma}, \quad (2)$$

где  $q_F$  – норма внесения удобрений, кг/га;  $v_{\text{маш}}$  – рабочая скорость агрегата, м/с;  $B$  – рабочая ширина захвата машины, м;  $\gamma$  – насыпная плотность удобрений, кг/м<sup>3</sup>.

Для обеспечения такой пропускной способности туковывсевающий аппарат должен иметь соответствующие параметры и режимы работы [2]:

$$Q = \frac{\psi_{\text{заб}} \omega S D^2}{8}, \quad (3)$$

где  $\psi_{\text{заб}}$  – коэффициент заполнения кожуха в заборной его части;  $\omega$  – угловая скорость спирали, с<sup>-1</sup>;  $S$  – шаг спирали, м;  $D$  – внутренний диаметр кожуха, м.

Тогда коэффициент заполнения кожуха материалом в заборной его части с учетом обеспечения требуемой нормы внесения, можно определить из выражения:

$$\psi_{\text{заб}} = \frac{4q_F v_{\text{маш}} B}{10^4 \gamma \omega S D^2}. \quad (4)$$

Из выражения (4) следует, что коэффициент заполнения кожуха в заборной части прямо пропорционален норме внесения удобрений и скорости движения агрегата при выполнении операции. Следовательно, регулировать норму внесения удобрений можно путём изменения подачи удобрений в кожух, что обеспечит изменение коэффициента заполнения. Это можно осуществить путём регулирования пропускной способности бункерных дозаторов. При этом параметры туковывсевающего аппарата должны быть подобраны таким образом, чтобы при максимальных норме внесения удобрений и скорости движения агрегата по полю коэффициент заполнения не превысил предельного для спиральных транспортёров значения.

Величина коэффициента заполнения кожуха в периферийной части кожуха должна обеспечить требуемую норму внесения в этой части штанги.

Пропускная способность высевных отверстий должна быть подобрана таким образом, чтобы обеспечивалась требуемая с учетом технологических показателей пропускная способность туковывсевающего аппарата  $q_u$ , м<sup>3</sup>/с. Она может быть определена из выражения [1]

$$q_u = S_{\text{отв}} v_{\text{ист}}, \quad (5)$$

где  $S_{\text{отв}}$  – площадь проходного сечения высевного отверстия, м<sup>2</sup>;  $v_{\text{ист}}$  – средняя по сечению потока скорость истечения материала, м/с.

Площадь проходного сечения высевного отверстия

$$S_{\text{отв}} = l_{\text{отв}} h_u, \quad (6)$$

где  $l_{\text{отв}}$  – суммарная длина всех высевных отверстий на ширине внесения, м;  $h_u$  – высота проходного сечения отверстия, м.

Высокую равномерность распределения удобрений по ширине захвата машины обеспечивает туковывсевающий аппарат [3], в котором высев осуществляется через от-

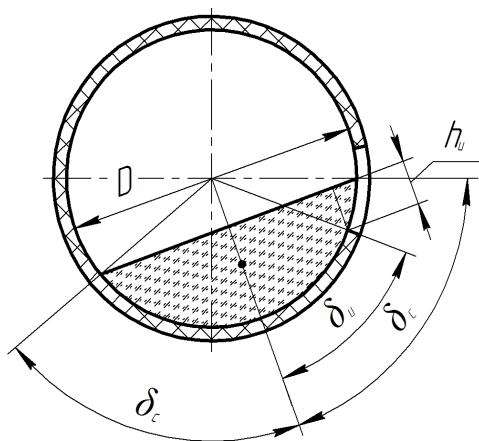


Рис. 2 – Схема расположения материала в кожухе

верстия с площадью, превышающей максимально необходимую пропускную способность, а нижняя кромка высевного отверстия расположена таким образом, чтобы доза высеянных удобрений через каждое высевное отверстие была равна заданной.

При такой конструкции кожуха высоту проходного сечения  $h_u$  можно найти как высоту вовлекаемого в поступательное движение слоя материала (рисунок 2):

$$h_u = 0,5D(\cos \delta_u - \cos \delta_c), \quad (7)$$

где  $\delta_u$  – угол отклонения нижней кромки дозирующего отверстия от центра тяжести сыпучего материала, находящегося в кожухе, рад;  $\delta_c$  – половина центрального угла охвата сыпучего материала, рад.

Скорость истечения материала из высевного отверстия [1]

$$v_{ист} = 0,5\omega D. \quad (8)$$

Тогда

$$q_u = 0,5l_{омб} h_u \omega D. \quad (9)$$

Для равномерного распределения удобрений по всей ширине внесения высота проходного сечения должна быть постоянной:

$$h_u = \frac{q_F v_{маш} B}{10^4 \gamma \omega D l_{омб}}. \quad (10)$$

Таким образом, для равномерного распределения удобрений по ширине захвата машины необходимо выполнение условия:

$$\cos \delta_u - \cos \delta_c = \frac{2q_F v_{маш} B}{10^4 \gamma \omega D^2 l_{омб}}. \quad (11)$$

Из схемы распределения материала по поперечному сечению кожуха (рисунок 2) следует, что минимальное значение высоты активного слоя материала будет достигнуто при совпадении нижней кромки дозирующего отверстия с центром тяжести сыпучего тела, т.е. при  $\delta_u = 0$ . Тогда минимальное значение половины центрального угла охвата сыпучего тела, при котором будет обеспечена требуемая пропускная способность высевного отверстия,

$$\delta_{c \min} = \arccos \left( 1 - \frac{2q_F v_{маш} B}{10^4 \gamma \omega D^2 l_{омб}} \right). \quad (12)$$

Связь коэффициента заполнения кожуха материалом с центральным углом охвата сыпучего тела для спирально-винтового безстержневого транспортера имеет вид [1]:

$$\psi = \frac{2\delta_c - \sin(2\delta_c)}{2\pi}. \quad (13)$$

Тогда минимально допустимое значение коэффициента заполнения кожуха материалом в крайнем его сечении определится выражением

$$\psi_{\min} = \frac{2 \arccos \left( 1 - \frac{2q_F v_{маш} B}{10^4 \gamma \omega D^2 l_{омб}} \right) - \sin \left( 2 \arccos \left( 1 - \frac{2q_F v_{маш} B}{10^4 \gamma \omega D^2 l_{омб}} \right) \right)}{2\pi}. \quad (14)$$

Из анализа выражения (14) следует, что для увеличения нормы внесения удобрений или скорости агрегата требуется увеличить коэффициент заполнения кожуха в периферийной его части (рисунок 3).

Таким образом, для обеспечения равномерного распределения удобрений параметры и расположение высевных отверстий должны обеспечивать изменение коэффициента заполнения по длине кожуха от максимального значения до минимального. Поскольку удобрения должны распределяться равномерно по всей ширине захвата машины, то изменение коэффициента заполнения по длине кожуха должно описываться линейной зависимостью вида

$$\psi_i = \psi_{\max} - (\psi_{\max} - \psi_{\min}) \cdot \frac{2l_i}{B}, \quad (15)$$

где  $l_i$  – расстояние от загрузочной части кожуха до рассматриваемого сечения, м.

Анализ полученной зависимости показывает, что увеличение нормы внесения удобрений требует более резкого снижения коэффициента заполнения по длине кожуха (рисунок 4), а увеличение скорости агрегата – более плавного (рисунок 5).

При этом следует учитывать, что вышеприведённые зависимости получены для щелевого туковывсевающего аппарата, в котором распределение удобрений осуществляется по всей ширине захвата непрерывно. В аппаратах с высевными отверстиями нужно учитывать только ту часть длины кожуха, на которой выполнены высевные отверстия. При этом на участках кожуха без высевных отверстий изменения коэффициента заполнения и других параметров, характеризующих распределение сыпучего материала в кожухе, не происходит.

Таким образом, для обеспечения равномерного распределения удобрений по ширине захвата машины изменение по длине штанги коэффициента заполнения кожуха материалом должно описываться выражением (15), в которое входят технологические параметры машины (норма внесения удобрений, скорость движения агрегата по полю, ширина захвата машины, насыпная плотность удобрений), параметры и режимы работы туковывсевающего аппарата (угловая скорость спирали, ее шаг и диаметр, а также длина высевных отверстий).

Обеспечить требуемое изменение по длине штанги коэффициента заполнения кожуха материалом можно путём разработки новых конструкций туковывсевающих

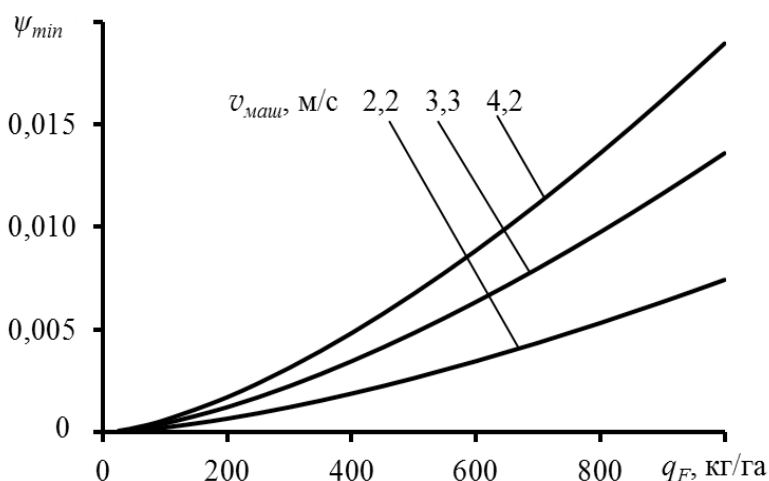


Рис. 3 – Влияние нормы внесения удобрений и скорости движения агрегата на величину коэффициента заполнения периферийной части кожуха материалом

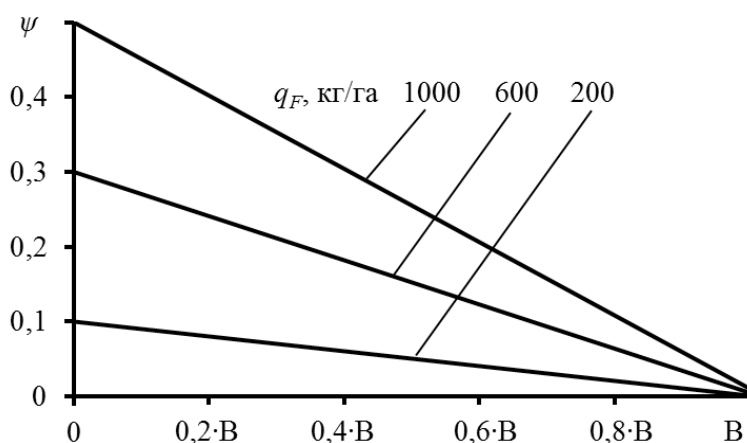


Рис. 4 – Влияние нормы внесения удобрений на изменение по длине штанги коэффициента заполнения кожуха материалом

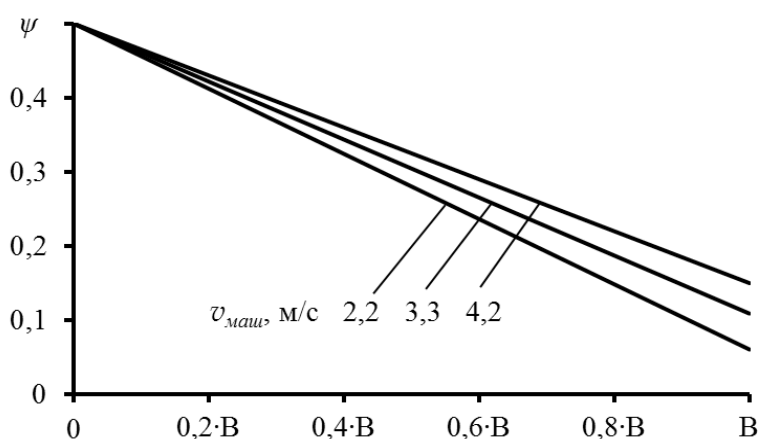


Рис. 5 – Влияние скорости движения агрегата на изменение коэффициента заполнения кожуха материалом по длине штанги

аппаратов или оптимизацией расположения высевных отверстий в существующих.

Из анализа зависимостей, приведенных на рисунках 4 и 5, следует, что при разработке новых конструкций туковысевающих аппаратов также необходимо обеспечить возможность регулирования характера изменения коэффициента заполнения кожуха материалом по длине штанги при изменении нормы внесения удобрений или скорости движения агрегата.

#### Библиографический список

1. Забродин, В.П. Шнековые распре-

делители минеральных удобрений / В.П. Забродин. – Ростов-на-Дону: ООО “Терра”; НПК “Гефест”, 2003. – 132 с.

2. Коробской, С.А. Совершенствование технологического процесса внесения минеральных удобрений спирально-шнековым аппаратом: Дисс. канд. техн. наук / Коробской С.А. – зерноград, 2005. – 180 с.

3. Пат. С 1 2244395 RU 7А 01 G 15/08. Спирально-шнековый смеситель-разбрасыватель минеральных удобрений / В.П. Забродин, И.Г. Пономаренко, С.Б. Панёв. – № 2003138208; заявл. 13.01.04. – Опубл. 20.01.2005, Бюл. № 2.

УДК 631.3.004.

## ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА ЕЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ

**Яковлев Сергей Александрович**, кандидат технических наук, доцент

**Каняев Николай Петрович**, ассистент,

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

432017, г. Ульяновск, Бульвар Новый Венец, 1

E-mail: [Jakseal@mail.ru](mailto:Jakseal@mail.ru), [kaniaevi@mail.ru](mailto:kaniaevi@mail.ru)

**Ключевые слова:** *электрохимическая обработка, способ, поверхность, тепловыделение, интенсивность.*

*Проанализировано влияние электрофизических параметров электрохимической обработки на ее технологические особенности. Определена зависимость тепловыделения от механического и электрического воздействия. Приведены рекомендации по выбору режимов обработки.*

Электрохимическую обработку (ЭМО) относят к современным наукоемким технологиям воздействия концентрированными потоками энергии на поверхности деталей машин. Процессы ЭМО успешно конкурируют с такими классическими технологиями, как: поверхностная пластическая деформация (ППД), термическая обработка (ТО) и термомеханическая обработка (ТМО). Меняя технологические режимы ЭМО (плотность тока  $J$ , скорость обработки  $v$  и давление обрабатывающего инструмента на поверхность детали  $P$ ), на несложном

станочном оборудовании можно выполнять операции горячей ППД, поверхностной ТМО и поверхностной ТО. Достоинствами технологии ЭМО являются простота и высокая эффективность, низкие энергозатраты на выполнение операций, безопасность и экологическая чистота, возможность быстрого, плавного изменения режимов и встраиваемость в технологический цикл изготовления и восстановления изделий.

Несмотря на большое число разновидностей процессов ЭМО, сущность их состоит в одном: происходит одновременное тер-