

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ДВУХДИСКОВОГО СОШНИКА КОМБИНИРОВАННОЙ СЕЯЛКИ

О. П. ЛАБУРДОВ, канд. техн. наук, доцент
А. А. СЫСОЕВ, ст. преподаватель
И. М. АСТАПЕНКО, ст. преподаватель

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. В основу методики расчета параметров сошников положены результаты теоретических и экспериментальных исследований, проведенных в соответствии с программой исследований БГСХА [6].

В ходе исследований установлено, что основными факторами, определяющими характер протекания изучаемого процесса работы комбинированного сошника, являются: соотношение диаметров тукового и семенного дисков, смещение дисков в горизонтальной плоскости вдоль направления движения, углы атаки дисков, толщина семенного диска. Значения вышеперечисленных факторов на серийных сеялках, оснащенных дисковыми сошниками, не регулируются. Подобные индивидуальные регулировки рабочих органов требуют больших затрат времени и поэтому нецелесообразны в условиях эксплуатации.

Для обеспечения максимальной эффективности работы комбинированных сошников, все факторы должны быть установлены на определенном уровне, и гарантировать выполнение агротребований к посеву с одновременным внесением основной дозы минеральных удобрений в реальных пределах изменения технологических условий [1–5, 7–9, 11].

Основная часть. Методика расчета предусматривает определение выделенных параметров на основании полученных математических и экспериментальных зависимостей со следующими исходными данными: глубина заделки семян – 2–4 см; глубина заделки удобрений – 4–8 см; скорость движения – 2–3 м/с; агрофон – средние суглинки нормальной влажности.

В результате поисковых экспериментов установлено, что диаметр тукового диска $D_1 = 0,375$ м, тогда диаметр семенного диска определим по выражению:

$$D_2 = D_1 - 2_{\Delta}h = 0,375 - 2 - 0,037 \approx 0,3 \text{ м}, \quad (1)$$

где $_{\Delta}h$ – разность между глубиной заделки удобрений и семян, принимается по агротребованиям.

Из условия бокового равновесия сошника на основании полученных теоретических выражений определим угол атаки семенного диска по зависимости:

$$tg2\alpha_2 = \frac{0,0058k\sqrt{(h_1)}\sqrt[3]{(h_1+9c_1)^5}\sqrt[5]{(D_1tg\psi_1)^5}(1+1,8tg2\alpha_1) + 0,154\rho V^2 h_1^2 tg2\alpha_1 \sqrt[3]{\frac{D_2}{c_2}} - 0,0058k\sqrt{h_2}\sqrt[3]{(h_2+9c_2)^5}\sqrt[5]{(D_2tg\psi_2)^5}}{0,154\rho V^2 h_2^2 \sqrt[3]{\frac{D_2}{c_2}} + 0,01k\sqrt{h_2}\sqrt[3]{(h_2+9c_2)^5}\sqrt[5]{(D_2tg\psi_2)^5}}, \quad (2)$$

где k – коэффициент объемного смятия, равный $2 \cdot 10^6$ Н/м³;

h_1, h_2 – глубины хода дисков соответственно равны 0,06 и 0,03 м;

c_1, c_2 – толщина тукового и семенного дисков соответственно равны 0,003 и 0,009 м;

α_1 – угол атаки тукового диска $\approx 5,5^\circ$;

ψ_1, ψ_2 – углы заточки дисков $\approx 45^\circ$;

ρ – плотность почвы ≈ 1000 кг/м³;

V – скорость движения ≈ 2 м/с.

Подставляя значения в зависимость 2 получим $tg2\alpha \approx 0,35$, что соответствует $\alpha \approx 9^\circ$.

Смещение дисков сошников в горизонтальной плоскости вдоль направления движения, определяющее качество бороздообразования, находим по зависимости

$$\Delta = \left(\frac{D_1}{2} + \sqrt{\left(\frac{D_1}{2}\right)^2 - \left(\frac{D_1}{2} - h_1\right)^2} \right) \cos \alpha_1 - \left(\frac{D_2}{2} + \sqrt{\left(\frac{D_2}{2}\right)^2 - \left(\frac{D_2}{2} - h_2\right)^2} \right) \cos \alpha_2 \quad (3)$$

Подставляя значения в зависимость 3, получим $\Delta \approx 0,083$ м.

Качество заделки высеваемых материалов проверяем по выполнению неравенства [6], для которого ϕ -угол трения (угол естественного откоса почвы) $\approx 40^\circ$.

Тогда для тукового и семенного дисков неравенства запишутся:

$$0,06 \cdot 1,19 > \sqrt{\frac{0,375^2}{4} - \left(\frac{0,375}{2} - 0,06\right)^2} \cdot 0,03;$$

$$0,03 \cdot 1,19 > \sqrt{\frac{0,3^2}{4} - \left(\frac{0,3}{2} - 0,03\right)^2} \cdot 0,16.$$

Так как неравенства верны, отсюда следует, что для полученных конструктивных параметров обоих дисков, в конкретных технологиче-

ских условиях заделка семян и удобрений будет происходить под действием самоосыпания стенок открываемых бороздок [1, 10].

Оптимальное расстояние между дисками сошников выбираем в интервале, определяемом неравенством из условия создания необходимого уровня плотности семенного ложа [6], для которого F_c – суммарная реакция почвы, воспринимаемая сошником ≈ 10 кг, P_{CP} – усредненное давление, оказываемое на слой почвы сошником ≈ 1 кг/см².

$$\frac{1}{2} \left(\sqrt{37,5^2 - (37,5 - 6)^2} \cdot 0,1 + \sqrt{30^2 - (30 - 3)^2} \cdot 0,16 + 2\sqrt{\frac{2 \cdot 10}{\pi \cdot 1}} \right) < B < \frac{1}{2} \times$$

$$\times \left(\sqrt{37,5^2 - (37,5 - 6)^2} \cdot 0,1 + \sqrt{30^2 - (30 - 3)^2} \cdot 0,16 + 4\sqrt{\frac{10}{\pi \cdot 1}} \right)$$

Из полученного интервала получаем $B = 7,5$ см, что будет соответствовать семенному и туковому междурядьям, равным 15 см.

В виду громоздкости проведенных вычислений, с целью упрощения подбора значений искомых параметров, для практических расчетов предлагается использовать номограмму (рис. 1), которая разработана с учетом результатов теоретических и экспериментальных исследований.

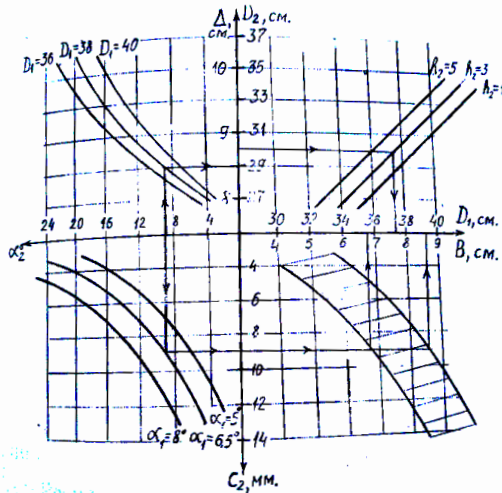


Рис. 1. Номограмма для определения параметров комбинированного сошника с разновеликими дисками

В первом квадранте изображен график, устанавливающий соотношения диаметров дисков сошников в зависимости от глубины заделки семян. Во втором квадранте номограммы приведены зависимости угла атаки семенного диска от величины смещения дисков сошников для различных диаметров. В третьем квадранте установлено графическое соотношение угла атаки и толщины семенного диска. В четвертом квадранте представлена область изменения расстояния между дисками сошников в зависимости от толщины семенного диска.

Пример. Исходные данные: диаметр семенного диска – 30 см; угол атаки тукового диска – $6,5^\circ$; угол атаки семенного диска 9° ; средняя глубина заделки семян – 3 см.

Из первого квадранта, проведя горизонталь из точки, соответствующей 30 см до пересечения с графиком $h_2 = 3$ см, восстанавливаем перпендикуляр к оси D_1 и определяем, что диаметр тукового диска равен 37,5 см. Во втором и третьем квадранте проводим вертикаль через точку, соответствующую $\alpha_2 = 9^\circ$. Во втором квадранте находим пересечение этой вертикали с графиком, соответствующим найденному в первом квадранте D_1 , и, проведя через точку пересечения горизонталь до координатной оси, определяем $\Delta = 8,5$ см. Найдя точку пересечения вертикали с кривой, соответствующей $\alpha_1 = 6,5^\circ$ в третьем квадранте, проводим через нее горизонталь до пересечения с координатной осью и определяем толщину семенного диска $C_2 = 8,8$ мм. Продолжая горизонталь в четвертом квадранте, находим точки ее пересечения с границами области изменения расстояния между дисками, восстанавливаем перпендикуляры к оси B и из полученного интервала определяем, что расстояние между рядками семян и удобрений 7,5 см [6].

Заключение. Параметры сошника, установленные с помощью, разработанной методики и номограммы, согласуются с опытными данными. Поэтому методика расчета и номограмма могут быть использованы при определении параметров комбинированных рабочих органов. Скорость движения агрегата с экспериментальной сеялкой следует ограничить 3–3,5 м/с. Наиболее стабильная работа сеялки наблюдается при установочной глубине хода семенных дисков 1–4 см.

ЛИТЕРАТУРА

1. Донец, С. М. Исследование технологического процесса заделки семян дисковыми сошниками при работе сеялок на повышенных скоростях: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / С. М. Донец. – Киев, 1963. – 20 с.
2. Козловская, И. П. Производственные технологии в агрономии / И. П. Козловская, В. Н. Босак. – Москва: ИНФРА-М, 2016. – 336 с.

3. Лабурдов, О. П. Анализ исследований сошниковой группы комбинированных сеялок / О. П. Лабурдов, А. А. Сысов // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2023. – Вып. 8. – С. 331–336.

4. Лабурдов, О. П. Анализ устойчивости хода на заданной глубине и тягового сопротивления комбинированного сошника / О. П. Лабурдов, А. А. Сысов // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения. – 2022. – № 1 (21). – С. 92–99.

5. Лабурдов, О. П. Определение реактивных усилий комбинированного сошника с разновеликими дисками / О. П. Лабурдов, А. А. Сысов, Г. А. Валоженич // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2021. – Вып. 6. – С. 129–134.

6. Лабурдов, О. П. Повышение эффективности припосевного внесения минеральных удобрений комбинированными сошниками с разновеликими дисками: дисс. ... канд. техн. наук / О. П. Лабурдов. – Горки, 2002. – 168 с.

7. Лукьянов, Д. А. Перспективные направления совершенствования посева рапса / Д. А. Лукьянов, А. Н. Карташевич, В. Н. Босак // Вестн. БГСХА. – 2023. – № 2. – С. 139–144.

8. Определение почвенной прослойки и бороздообразование комбинированными сошниками / О. П. Лабурдов, В. М. Кузюр, С. И. Будко, А. А. Сысов // Вестн. Брянской ГСХА. – 2021. – № 5 (87). – С. 55–59.

9. Оценка применения устройства для повышения равномерности распределения семян вдоль рядка в полевых условиях / А. С. Анищенко [и др.] // Вестн. БГСХА. – 2023. – № 3. – С. 172–175.

10. Петровец, В. Р. Исследование силовых характеристик сошников / В. Р. Петровец // Тракторы и сельхозмашины. – 1999. – № 8. – С. 24–25.

11. Петровец, В. Р. Техническое обеспечение процессов машинно-тракторных агрегатов, транспортных и погрузочных средств / В. Р. Петровец, Д. В. Греков. – Горки: БГСХА, 2023. – 32 с.

Аннотация. Описана методика расчета параметров сошников с разновеликими дисками для совмещенного внесения минеральных удобрений и посева зерновых культур, применяемых в комбинированных сеялках. К таким параметрам можно отнести угол атаки сошников, смещение сошников в горизонтальной плоскости, диаметр сошников. По результатам расчетов для определения параметров комбинированных сошников с разновеликими дисками предложена номограмма, которая позволяет определять параметры комбинированных сошников без громоздких вычислений; приведен пример ее использования.

Ключевые слова: сошник, номограмма, диск, методика, глубина заделки.