

АНАЛИЗ ИССЛЕДОВАНИЙ СОШНИКОВОЙ ГРУППЫ КОМБИНИРОВАННЫХ СЕЯЛОК

О. П. ЛАБУРДОВ, канд. техн. наук, доцент
А. А. СЫСОЕВ, магистр техн. наук

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

Равномерность заделки семян и удобрения при возделывании сельскохозяйственных культур относится к важным агротехнологическим приемам, обеспечивающим высокие и устойчивые урожаи товарной продукции [3, 7, 9].

Все комбинированные сеялки можно условно разделить на две группы. К первой относят те, на которых для заделки удобрений и семян установлено два различных типа сошников. Ко второй относятся сеялки с комбинированными сошниками, с помощью которых одновременно заделываются семена и удобрения.

Теоретические и практические исследования комбинированных сошников требуют индивидуального рассмотрения, однако за основу этих рабочих органов взяты известные модели, описанные в научной литературе. Теоретическим вопросам изучения рабочего процесса сошников посвящены труды В. П. Горячкина, М. Н. Летошнева, А. Н. Карпенко, А. М. Семенова, Н. И. Пахаря и др. [1, 2, 5].

Наиболее универсальными являются двухдисковые сошники, которые находили применение еще в конце XIX в. Основными преимуществами этих сошников является небольшое тяговое сопротивление, обеспечение надежной проходимости на отвальных агротехнических фонах.

Применяемые на отечественных и зарубежных сеялках анкерные и килевидные сошники имеют более простую конструкцию, меньшую массу, несложный ремонт, по сравнению с двухдисковыми, но не приспособлены для работы на влажных и засоренных растительными остатками почвах [5, 6].

Некоторыми преимуществами перед двухдисковыми сошниками пользуются однодисковые [4, 5]. Улучшается критерий равномерности глубины хода, уменьшается тяговое сопротивление и необходимое усилие заглубления.

Большинство комбинированных сеялок зарубежных стран оборудованы двумя типами сошников (для заделки семян и удобрений).

Для туковых сошников обычно используются S-образная стойка с наконечником (рис. 1).

Острый угол вхождения в почву предопределяет плохие показатели устойчивости хода рабочего органа по глубине [5]. Имеющийся косой срез по линии АВ способствует тому, что удобрения одновременно укладываются и заделываются. Это приводит к частичному перемешиванию туков с почвой в ленте, ширина которой равна ширине сошника, на глубине от h_2 до h_1 . Форма среза АВ, состояние почвы и удобрений, режим работы машины влияют на степень перемешивания. Чем меньше удобрения ударяются о стенки сошника, тем кучнее они укладываются в бороздки. В результате степень перемешивания удобрений с почвой по длине рядка оказывается неодинаковой.

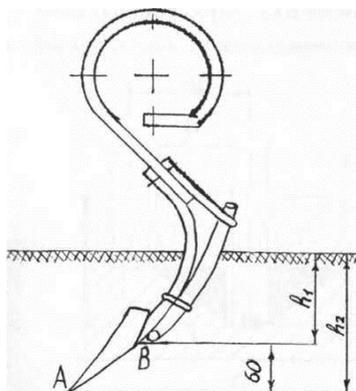


Рис. 1. Туковый сошник финской сеялки «Юко»

Отрицательным моментом использования сошников с острым углом вхождения в почву является то, что он не уплотняет дно бороздки и поэтому ленты удобрений укладываются на почву различной плотности. Создаются неодинаковые условия для использования удобрений растениями на различных участках рядка, что вызывает пестроту в развитии посевов.

Одна из основных задач предпосевной обработки почвы – создание выровненного уплотненного ложа на глубине посева семян, что способствует подтягиванию влаги, обеспечивает контакт семян с влажны-

ми слоями почвы, образует условия получения дружных и равномерных всходов.

Нарушение уплотненного ложа ведет к снижению урожайности сельскохозяйственных культур, так как создаются различные условия для укладки и прорастания семян, растения не выровнены в рядке, отстают в росте. Это может произойти при локальном внесении основной дозы удобрений. При движении туковых сошников в почве образуется зона деформации, которая частично разрушает подготовленное плотное ложе для семян. На рис. 2 приведена схема деформации почвы и укладки туков при различных способах локального внесения удобрений.

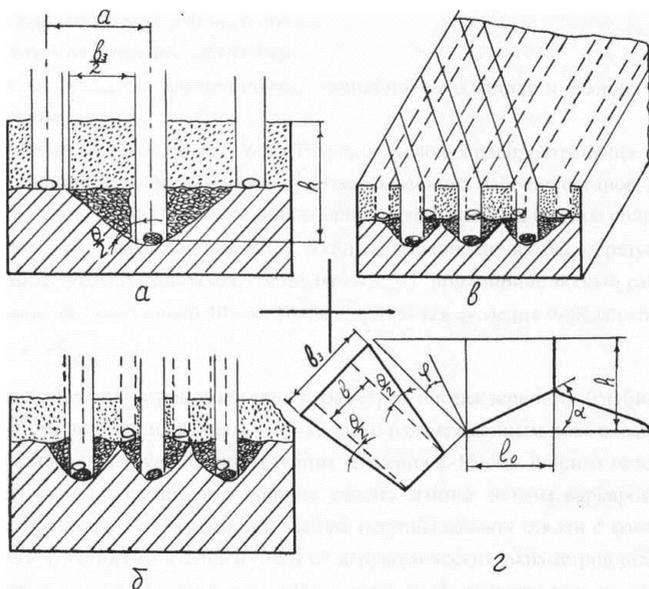


Рис. 2. Схема деформации почвы и укладки туков при различных способах локального внесения удобрений: *а* – одновременно с посевом; *б* – допосевное внесение; *в* – одновременно с культивацией почвы; *г* – деформация почвы при проходе тукозакладывающих рабочих органов; П – семена; II – туки

Анализ схемы показывает, что при допосевном локальном внесении удобрений зерновые сошники, укладываемые семена в перпендикулярном или диагональном направлении по отношению к лентам

удобрений, проходят как через зоны с уплотненным ложем, так и через разрыхленные участки. Это приводит к отрицательным результатам.

При совмещении внесения удобрения с предпосевной глубокой культивацией последующие обработки уплотняют ложе по всей площади, но это не решает проблемы точного размещения рядков семян относительно рядков туков.

При внесении удобрений одновременно с посевом семена укладываются на уплотненное ложе, а удобрения – в каждое междурядье или через одно, если учитывается условие, рассмотренное Б. А. Нефедовым [8].

Зона деформации почвы, образуемая различными тукозаделывающими рабочими органами, определяется тремя плоскостями, одна из которых расположена под углом φ к перпендикуляру, проведенному через носок рабочего органа, а две другие – под углом $\theta/2$ к вертикальным плоскостям, ограничивающим захват рабочего органа (рис. 2, з). Тогда

$$b_3 = b + \frac{2h \cdot \operatorname{tg} \frac{\theta}{2}}{\cos(\varphi + \alpha)}. \quad (1)$$

где b_3 – ширина зоны деформации;

b – ширина захвата рабочего органа;

h – глубина внесения удобрений;

θ, φ, α – углы скалывания почвы, трения почвы о металл и наклона груди лапы.

По данным финской фирмы WARTSILA, из условия распространения зоны деформации при воздействии на нее тукозаделывающих рабочих органов, расстояние a между осями двух соседних сошников должно быть больше половины ширины зоны деформации $a > b_3/2$. Угол скалывания почвы $\theta/2$, образуемый при проходе туковых сошников, составляет $42\text{--}45^\circ$ при ширине захвата рабочих органов, превышающей 20 мм. Тогда ширина междуследия определяется как: $M = h \cdot \operatorname{tg} \frac{\theta}{2}$

Анализ значений агрономических параметров посева зерновых (глубина заделки 2–8 см, ширина междурядья 7,5–15 см) с одновременным локальным внесением минеральных удобрений (глубина внесения 8–15 см, ширина междурядья 15–30 см) показывает, что ширина захвата машин должна варьировать в широких пределах.

Необходимость выбора ширины захвата сеялки с комбинированными сошниками в зависимости от агрономических параметров посева с внесением удобрений и тягового усилия трактора объясняется тем, что комбинированные рабочие органы, осуществляющие технологический процесс в соответствии с указанными параметрами, обуславливают тяговое сопротивление машин, на которое влияют глубина хода и число рабочих органов.

В общем виде тяговое сопротивление сеялки $P_{\text{маш}}$ с комбинированными сошниками складывается из сопротивления на ее перекатывание и перемещение в почве рабочих органов [3, 5]:

$$P_{\text{маш}} = (Q + mg) f + q_i \left(\frac{B_p}{K} + 1 \right), \quad (2)$$

где Q , m – грузоподъемность и масса машины;

f – коэффициент сопротивления перекатыванию;

q_i – тяговое сопротивление комбинированного сошника;

$B_p / K + 1$ – число рабочих органов;

B_p – ширина захвата машины;

K – ширина междурядья.

Тяговое усилие трактора P_T на рабочей передаче должно быть на 10–15 % больше, чем рассчитанное по формуле сопротивление машины, т. е. $P_{xp} = (0,85–0,9) P_{\text{маш}}$.

Если при разработке исходных требований на машину задаются B_p или Q , то из формулы (2) получим при $Q = \text{const}$

$$B_p = \left(\frac{(0,85...0,9) P_{mp} - (Q + mg) f}{q_i} - 1 \right) K, \quad (3)$$

при $B_p = \text{const}$

$$Q = \frac{(0,85...0,9) P_{mp}}{f} - \frac{q_i}{Kf} (B_p + K) - mg. \quad (4)$$

Анализ формул показывает, что тяговое сопротивление и ширина захвата сеялки будут зависеть от ширины междурядья и, следовательно, от числа сошников, если одинаковыми будут масса и грузоподъемность.

Сопротивление сеялки с двумя различными типами сошников (для семян и удобрений) запишется:

$$P_{\text{маш}} = (Q + mg)f + q_1 \left(\frac{B_p}{K_1} + 1 \right) + q_2 \left(\frac{B_p}{K_2} + 1 \right), \quad (5)$$

где q и q_2 – тяговое сопротивление семенного и тукового сошника;
 K_1 и K_2 – ширина семенного и тукового междурядья.

Сравнивая формулы (2) и (5), можно утверждать, что применение известных типов заделывающих рабочих органов, тяговое сопротивление сеялки с комбинированными сошниками будет меньше, чем сеялки с двумя видами сошников, при условии равенства ширины захвата и грузоподъемности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горячкин, В. П. Собрание сочинений в 3-х т. / В. П. Горячкин. – Москва: Колос, 1965. – Т. 1. – 720 с.; Т. 2. – 459 с.; Т. 3. – 384 с.
2. Карпенко, А. Н. Типы сеялок и конструкций их рабочих органов / А. Н. Карпенко // О новых машинах для соц. сельского хозяйства: почвообрабатывающие и посевные машины. – Москва, 1947. – Вып.2. – С. 44–47.
3. Козловская, И. П. Производственные технологии в агрономии / И. П. Козловская, В. Н. Босак. – Москва: Инфра-М, 2016. – 336 с.
4. Лабурдов, О. П. Агротехнические аспекты функционирования сошников зерно-туковых сеялок / О. П. Лабурдов // Тезисы докл 44-й науч.-практ. конф. проф.-преп. состава. – Гродно, 2020. – С. 13–17.
5. 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.
6. Набатян, М. П. К вопросу изыскания типа и параметров сошников скоростной (зерновой) сеялки / М. П. Набатян, А. В. Пологих // Научные основы повышения скорости работы машинно-тракторных агрегатов. – Москва, 1968. – С 360–367.
7. Научно-технические основы построения машин химизации земледелия / Л. Я. Степук [и др.]. – Горки: БГСХА, 2022. – 410 с.
8. Нефедов, Б. А. Обоснование размещения тукозаделывающих рабочих органов на раме машины для локального внесения удобрений / Интенсификация механизированных процессов применения удобрений – 1985. – Т. 107. – С. 28–31.
9. Эффективность использования устройства для повышения равномерности распределения семян вдоль рядка / А. С. Анищенко [и др.] // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2021. – Вып. 6. – С. 54–57.

Аннотация. Проведен анализ исследований процесса работы сошниковой группы комбинированных сеялок, описаны условия образования неравномерности внесения туков и пути к ее устранению. Также освещен вопрос изменения тягового сопротивления сеялки за счет применения комбинированного сошника вместо двух сошников разного вида.

Ключевые слова: сошник, междурядье, тяговое сопротивление, процесс, комбинированная сеялка.