

УДК 631.331

UDC 631.331

ИЗЫСКАНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО СПОСОБА ПОСЕВА ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

THE RESEARCH FOR ENERGY-SAVING METHOD OF GRAINS SOWING

Скuryatin Николай Филиппович
д. т. н., профессор

Skuryatin Nikolai Filippovich
Dr. Sci. Tech., professor

Бондарев Андрей Владимирович

Bondarev Andrey Vladimirovich

Белгородская государственная сельскохозяйственная академия, Белгород, Россия

Belgorod State Agricultural Academy, Belgorod, Russia

Статья посвящена разработке энергосберегающей посевной секции зернутоковой сеялки прямого посева, приведены методы теоретического и экспериментального определения тягового сопротивления комбинированного сошника.

The article is devoted to the development of energy-saving sowing section of bread-stuff seeding machines of direct sowing, methods of theoretical and experimental determination of drag-out resistance of combined plow are casted.

Ключевые слова: ПОЧВА, СКАЛЫВАНИЕ, ПОСЕВНАЯ СЕКЦИЯ, КОМБИНИРОВАННЫЙ СОШНИК, ТЯГОВОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ, ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

Keywords: SOIL, CHIPPING, SOWING SECTION, COMBINED PLOW, DRAG-OUT RESISTANCE, ENERGY SAVING.

Мировой опыт земледелия доказал, что глубокая ежегодная обработка почвы не только не дает пользы, но и наносит непоправимый вред, усиливая эрозионные процессы. Стремление к снижению производственных затрат в земледелии подняло интерес к прямому посеву, то есть к полному отказу от обработки почвы. В Северной и Южной Америке, в Австралии этот метод становится общепринятым. В Европе прямой посев применяется пока только на небольших площадях. Следует подчеркнуть, что минимальная обработка и прямой посев не просто другие методы работы с землей, а совершенно новая система земледелия. Это значит, что все агрономические мероприятия, как, например, подбор севооборотов, обработка паров, борьба с сорняками или внесение удобрений, должны рассматриваться как система.

Возникает необходимость создания почвообрабатывающего орудия, позволяющего с минимальными затратами проводить прямой посев с подрезанием сорной растительности на всей обрабатываемой площади

(в переходный период от традиционной технологии к энергосберегающей) и внутрпочвенным внесением удобрений в стороне и ниже уровня семян.

Анализ способов внесения удобрений показал, что наиболее эффективно локальное припосевное внесение в виде вертикальной ленты, а совмещение локального внесения удобрений с обработкой почвы или с обработкой почвы и посевом позволяет значительно сократить затраты труда и средств.

Разработан способ прямого посева зерновых культур и устройство для его осуществления [1], позволяющие выполнять вышеуказанные требования.

Способ посева состоит в следующем. Почву подрезают в горизонтальной плоскости на глубину, меньшую глубины заделки семян и поднимают на некоторую высоту (рисунок 1, а), образуя горизонтальную поверхность, затем на образованной горизонтальной поверхности выполняют три борозды, причем центральную выполняют резанием почвы и уплотнением стенок, а две другие борозды меньшей глубины, отстоящие влево и вправо от центральной на расстоянии, равном половине ширины междурядья, – посредством выемки почвы и укладки её в гребни (рисунок 1, б), в центральную борозду укладывают удобрения в виде вертикальной ленты (рисунок 1, в), а в боковые борозды укладывают семена со стартовой дозой удобрений (рисунок 1, в), уложенные семена засыпают вынутой из борозд почвой (рисунок 1, г) и сверху рыхлой почвы укладывают почву, поднятую ранее (рисунок 1, д), затем почву прикатывают над боковыми бороздами, причем расстояние от дна борозды до уровня поверхности почвы сохраняют равным глубине заделки семян (рисунок 1, е).

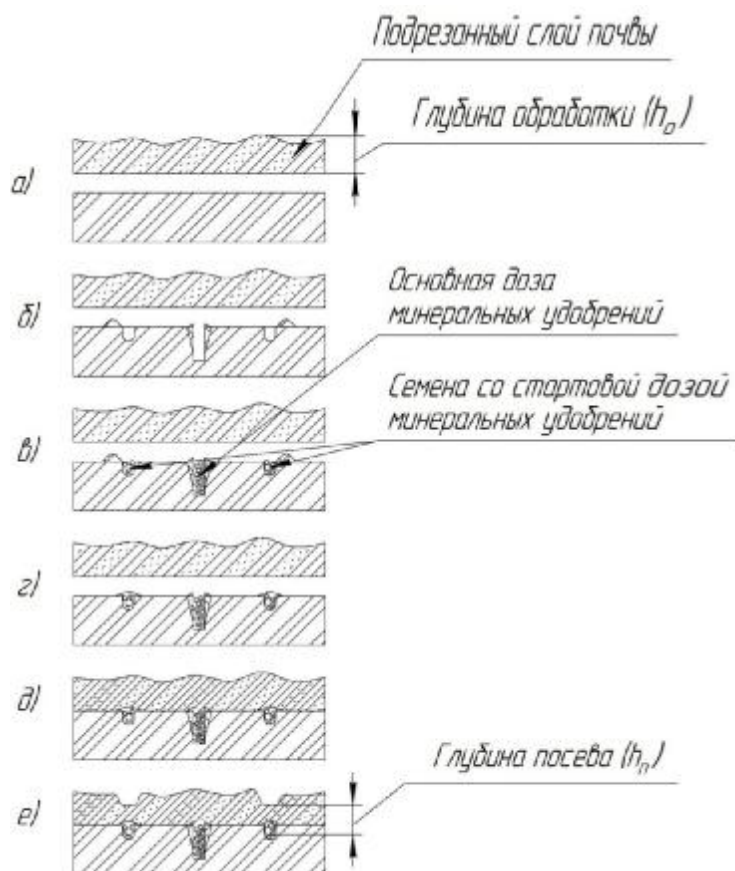
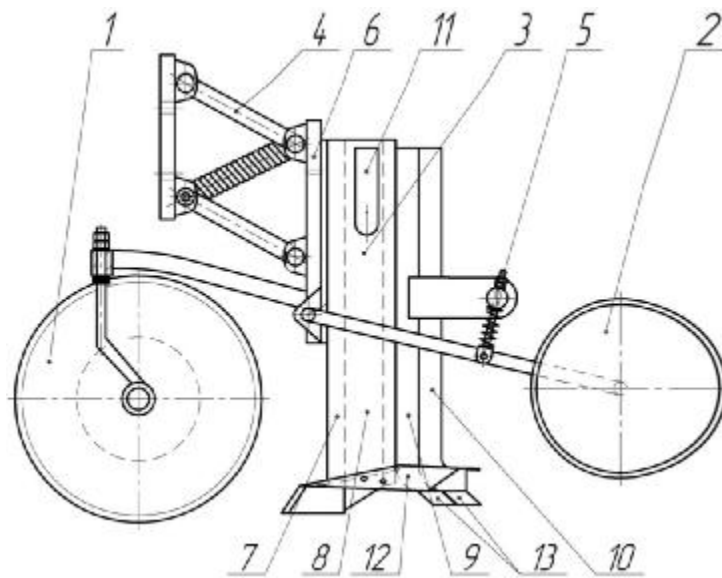


Рисунок 1 – Схема способа посева зерновых.

Предлагаемый способ посева осуществляют посевной секцией (рисунок 2). Она состоит из дискового ножа 1 с ребордой, прикатывающего устройства 2, комбинированного сошника 3, закрепленного на параллелограммной подвеске 4, посредством которого возможно выполнение поверхностной обработки почвы, внесение основного удобрения и посева зерновых со стартовой дозой минеральных удобрений.

Комбинированный сошник содержит стойку-семятукопровод, состоящую из кронштейна 6 с прикрепленной передней стойкой 7, нижний конец которой выполнен в виде клина, обращенного острым концом в направлении движения, а так же две щеки 8, посредством которых образована полость, предназначенная для подачи основного удобрения. Сзади к стойке прикреплены два семянаправителя 9 и 10, служащие для подачи семян со стартовой дозой удобрений, нижние концы которых отогнуты соот-

ветственно вправо и влево на половину ширины междурядья. К верхней части щек 8 прикреплены приемники удобрений 11. На передней стойке 7 в нижней её части посредством опорных пластин закреплена стрельчатая лапа 12 так, что концы семянаправителей 9 и 10 находятся в подлаповом пространстве. Снизу к лапе 12 на расстоянии равном половине ширины междурядья от осевой линии жестко прикреплены два бороздообразователя 13 так, что их режущие кромки находятся ниже режущей кромки стрельчатой лапы.



1 – дисковый нож, 2 – прикатывающее устройство, 3 – комбинированный сошник, 4 – параллелограммная подвеска сошника, 5 – регулировочный механизм, 6 – кронштейн, 7 – передняя стойка, 8 – щеки, 9, 10 – семянаправители, 11 – приемники удобрений, 12 – стрельчатая лапа, 13 – бороздообразователи.

Рисунок 2 – Схема посевной секции зернуковой сеялки

К семянаправителям 9 и 10 посредством шарнирного соединения прикреплено прикатывающее устройство, выполненное в виде оси с двумя дисками, расстояние между которыми равно ширине междурядья, причем диски располагают строго над рядками. Рабочие кромки дисков выполнены под углом к горизонтали α меньшим, чем угол естественного откоса

почвы β . С комбинированным сошником 3 каток соединен посредством регулировочного механизма 5.

Проектируемая посевная секция работает следующим образом: при движении дисковый нож, установленный перед сошником, разрезает почву, затем по этому следу проходит комбинированный сошник, причем глубина подрезания почвы стрелчатой лапой сошника меньше глубины посева семян. Удобрения из бункера попадают в полость стойки-семятукопровода сошника. Семена совместно со стартовой дозой удобрений из второго бункера поступают в семянаправители стойки-семятукопровода.

Затем посредством нижнего конца передней стойки 7, прикрепленной к кронштейну, создается щель ниже уровня режущей кромки стрелчатой лапы 13, куда по полости стойки-семятукопровода поступают удобрения из приемника 11 и фиксируются почвой в виде вертикально размещенной ленты. Бороздообразователи 13 создают по обе стороны от щели на расстоянии равном половине ширины междурядья борозды, в которые из семяприемников по семянаправителям 9 и 10 поступают семена со стартовой дозой удобрений и закрываются сначала почвой, вынутой из бороздок, а затем почвой, сходящей с лапы 12. После этого почва над бороздами с семенами уплотняется прикатывающим устройством, причем расстояние от дна борозды до уровня прикатывания равно глубине заделки семян.

При воздействии дискового ножа на почву в ней образуется зона с нарушенной структурой. Это обуславливает уточнение моделей тягового сопротивления конструктивных элементов (стрелчатой лапы, бороздообразователей) в слоях почвы с различными физико-механическими свойствами.

Тяговое сопротивление комбинированного сошника P_x равно сумме тяговых сопротивлений элементов, его составляющих [2]:

$$P_x = P_{ш} + P_{л} + P_{б} \quad (1)$$

где $P_{щ}$, P_l , $P_{б}$ – сопротивление щелеобразователя, стрелчатой лапы и бороздообразователей соответственно.

Расчет тягового сопротивления комбинированного сошника основан на анализе уравнений движения частиц почвы по наклонной поверхности трехгранного клина, в основу которых положена теория В. П. Горячкина и его последователей.

Сопротивление щелеобразователя комбинированного сошника определяли по формуле:

$$\begin{aligned}
 P_{щ} = & \left(\rho \cdot h_1^{щ} \frac{b_1^{щ}}{\sin \alpha_1^{щ}} V_M^2 \cdot (2 \sin \alpha^{щ} \cdot \sin \alpha_1^{щ} \cdot \sin(\alpha^{щ} + \varphi)) / \cos \varphi \right) / g + \\
 & + 2 \cdot \left(\frac{1}{2} (2x - L \cos \alpha_{щ}) \cdot H_{щ} - \frac{1}{2} x^2 \sin \alpha \cdot P_{пб}^{щ} \cdot \operatorname{tg} \varphi \right) + \\
 & + 2 \left(q_{уд.н.} \cdot L_1^{щ} \sqrt{h_{щ}^2 + \left(\frac{h_{щ}}{\operatorname{tg} \alpha} \right)^2} + \left(f \cdot q_{уд.н.} \cdot L_1^{щ} \cdot \sqrt{h_{щ}^2 + \left(\frac{h_{щ}}{\operatorname{tg} \alpha} \right)^2} \right) \cdot \cos \alpha_1^{щ} \right) + \\
 & + \frac{1}{2} \cdot q_{всп} \cdot (b_{ст}^{щ})^2 \cdot H_1^{щ} \cdot (\operatorname{tg} \varphi \cdot \operatorname{ctg} 2\alpha_{ст}^{щ} + 1) \quad (2)
 \end{aligned}$$

где ρ – объемный вес почвы, Н/м³; $h_1^{щ}$ – высота клина щелеобразователя, м; $\alpha_1^{щ}$ – половина угла заточки лезвия клина щелеобразователя, град.; $b_1^{щ}$ – половина толщины ножа клина щелеобразователя V_M – скорость движения агрегата, м/с; $\alpha^{щ}$ – угол наклона лезвия клина к горизонту, град.; φ – угол трения почвы о сталь, град.; g – ускорение свободного падения, м/с; x – длина нижней части клина, м; L – длина лезвия клина, м; $H_{щ}$ – высота лезвия клина, м; $q_{уд.н.}$ – удельное давление на единицу площади лезвия ножа клина щелеобразователя, Н/м²; $P_{пб}^{щ}$ – среднее удельное давление почвы на боковую поверхность клина щелеобразователя, Н/м²; $L_1^{щ}$ – длина фаски лезвия ножа клина щелеобразователя, м; f – коэффициент трения скольжения почвы о сталь; $q_{всп}$ – удельное давление на единицу площади лезвия ножа стойки-тукопровода, Н/м²; $b_{ст}^{щ}$ – ширина стойки-тукопровода, м.

Тяговое сопротивление бороздообразователей равно:

$$P_6 = \left(\rho \cdot H_1^6 \frac{b_1^6}{\sin \alpha_1^6} V_n^2 \cdot (2 \sin \alpha^6 \cdot \sin \alpha_1^6 \cdot \sin(\alpha^6 + \varphi)) / \cos \varphi \right) / g + \\ + 2 \cdot \left(q_{уд.н.}^6 \cdot L_1^6 \sqrt{h_6^2 + \left(\frac{h_6}{\operatorname{tg} \alpha} \right)^2} + \left(f \cdot q_{уд.н.}^6 \cdot L_{61} \sqrt{h_6^2 + \left(\frac{h_6}{\operatorname{tg} \alpha} \right)^2} \right) \cdot \cos \alpha_{61} \right) + \\ + \frac{1}{2} b_6 (x_1^6 + x^6) \cdot \rho_{уд.сф}^6 \cdot \operatorname{tg} \varphi \quad (3)$$

где α_1^6 – угол заточки лезвия ножа бороздообразователя, град; b_1^6 – половина толщины лезвия ножа бороздообразователя, м; H_1^6 – глубина обработки почвы, м; α^6 – угол наклона ножа бороздообразователя к горизонту, град.; L_1^6 – длина фаски лезвия ножа бороздообразователя, м; $q_{уд.н.}^6$ – удельное давление на единицу площади лезвия, Н/м²; b_6 – высота бороздообразователя, м; x_1^6 – длина верхней части бороздообразователя, м; x^6 – длина нижней части бороздообразователя, м.

Стрельчатая лапа по ширине захвата работает в почве с нарушенной и ненарушенной структурой. То есть общее тяговое сопротивление состоит из двух слагаемых, определяемых по зависимости:

$$P_n = P_n^M + P_n^T \quad (4)$$

где P_n^M, P_n^T – тяговое сопротивление стрельчатой лапы в почве с нарушенной и ненарушенной структурой соответственно, Н.

Сопротивление части стрельчатой лапы, работающей в почве с нарушенной структурой P_n^M равно сумме силы сопротивления от веса перемещаемого пласта почвы $R_{Gx}^{всп.л.}$, силы сопротивления инерции пласта почвы $R_{F_x}^{всп.л.}$, а также сопротивления затылочной кромки лапы $R_z^{всп.л.}$:

$$P_n^M = R_{Gx}^{всп.л.} + R_{F_x}^{всп.л.} + R_z^{всп.л.} \quad (5)$$

Силу сопротивления от веса перемещаемого пласта почвы $R_{Gx}^{всп.л.}$ определим по формуле:

$$R_{Gx}^{всп.л.} = a_n \cdot h_0^{всп.л.} \cdot l_n \cdot \gamma_{уд}^{всп.л.} \frac{\sin \beta_n \cdot \sin \gamma_n + f_n^{всп.л.} (\cos^2 \gamma_n + \sin^2 \gamma_n \operatorname{csc} \beta_n)}{\cos \beta_n - f_n^{всп.л.} \cdot \sin \gamma_n \cdot \sin \beta_n} \quad (6)$$

где $a_{л}$ – глубина обработки, м; $b_{O}^{всп}$ – часть ширины захвата стрелчатой лапы, находящейся в почве с нарушенной посредством клина структурой, м; $l_{л}$ – длина лапы, м; $\gamma_{об}^{всп}$ – объемный вес почвы с нарушенной структурой, Н/м³; $\beta_{л}$ – угол атаки стрелчатой лапы, град.; $\gamma_{л}$ – угол раствора стрелчатой лапы, град.; $f_{л}^{всп}$ – коэффициент трения скольжения почвы с нарушенной структурой по стали.

Для определения силы сопротивления инерции пласта почвы с нарушенной структурой $R_{FX}^{всп.л}$ воспользуемся формулой:

$$R_{FX}^{всп.л} = a_{л} \cdot b_{O}^{всп} \cdot \gamma_{об}^{всп} \cdot v^2 \cdot \cos \frac{\beta_{л}}{2} \cdot \frac{\sin \beta_{л} \cdot \sin \gamma_{л} + f_{л}^{всп} (\cos^2 \gamma_{л} + \sin^2 \gamma_{л} \cos \beta_{л})}{\cos \beta_{л} \cdot f_{л}^{всп} \cdot \sin \gamma_{л} \sin \beta_{л}} \quad (7)$$

где v – скорость движения агрегата, м/с.

Сопротивление затылочной кромки лапы $R_{з}^{всп.л}$ работающей в почве с нарушенной структурой составит

$$R_{з}^{всп.л} = \frac{1}{2} \cdot q_{всп} \cdot (b_{л}^{всп.л})^2 \cdot h_{л}^{всп} \cdot (\operatorname{tg} \varphi_{л} \cdot \operatorname{ctg} \gamma_{л} + 1), \quad (8)$$

где $q_{всп}$ – коэффициент объемного смятия почвы с нарушенной структурой, Н/м²; $b_{л}^{всп.л}$ – часть ширины захвата стрелчатой лапы, находящейся в почве с нарушенной посредством клина структурой, м; $h_{л}^{всп}$ – высота затылочной кромки лапы, работающей в почве с нарушенной структурой, м.

Аналогично рассчитывается сопротивление для части лапы, работающей в почве с ненарушенной структурой.

Основными элементами прикатывающего устройства являются центральная часть катка, выполненная в виде цилиндра, и боковая кромка, изготовленная в виде конусов. Центральная часть катка обеспечивает прикатывание рядка семян, а боковая кромка – чистоту получившейся канавки от осыпающейся почвы. Нагрузка на центральную часть катка и боковую кромку распределяется неравномерно, направление сил, действующих на

эти элементы, также различны. Поэтому в расчетах силы, действующие на обод и на боковую кромку катка, определяли отдельно.

Сопротивление катка определяется зависимостью:

$$T_k = T_{кп} + T_{ктр}, \quad (9)$$

где $T_{кп}$ – сопротивление перекатывания по поверхности почвы, Н; $T_{ктр}$ – сопротивление сил трения, возникающее в направляющей оси катка, Н.

$$T_k = 2bqh r^2 \operatorname{tg}^4 \frac{\theta_0}{2}, \quad (10)$$

где b – ширина центральной части катка, м; q – коэффициент объемного смятия почвы с нарушенной структурой, Н/м²; h – глубина прикатывания, м; r – радиус катка, м; $\frac{\theta_0}{2}$ – угол поворота катка при сжатии почвы, град.

При небольшом заглублении катка работает не вся грань, а только часть, находящаяся в почве. Поэтому расчет разделили на две части:

а) глубина обработки $h_{обп}$ меньше высоты боковых кромок катка h_k ;

сила тягового сопротивления одной кромки:

$$T_x^* = 2h_{обп} \operatorname{tg} \alpha_k q \left(r_k - \frac{1}{2} h_{обп} \right)^2 \operatorname{tg}^4 \frac{\operatorname{arctg} \left(\frac{\sqrt{\frac{1}{2} h_{обп} \left(r_k - \frac{1}{2} h_{обп} \right) - \frac{1}{2} h_{обп}}}{r_k - h_{обп}} \right)}{2}, \quad (11)$$

где α_k – угол наклона боковой кромки катка к горизонту, град.

Вертикальная составляющая силы сопротивления равна:

$$P = \frac{1}{3} h_{обп}^2 \operatorname{tg} \alpha_k q \sqrt{\left(r_k - \frac{1}{2} h_{обп} \right) h_{обп}}, \quad (12)$$

б) глубина обработки $h_{обп}$ больше высоты боковых кромок катка h_k ;

сила тягового сопротивления кромки равна:

$$T_x^k = 2b_k q \left(r_k - \frac{1}{2} h_{обп} \right)^2 \operatorname{tg}^4 \frac{\operatorname{arctg} \left(\frac{\sqrt{\frac{1}{2} h_{обп} \left(r_k - \frac{1}{2} h_{обп} \right) - \frac{1}{2} h_{обп}}}{r_k - h_{обп}} \right)}{2}, \quad (13)$$

вертикальная составляющая сопротивления:

$$P = \frac{1}{3} b_k q h_{обр} q \sqrt{\left(r_k \frac{1}{2} h_{обр} \right) h_{обр}} \quad (14)$$

Момент трения в подшипниковом узле определим по формуле

$$M = 0.5 \mu P d \quad (15)$$

где μ – постоянный коэффициент трения для подшипника; P – эквивалентная динамическая нагрузка на подшипник, Н; d – диаметр отверстия подшипника, м.

Соответственно, сила трения подшипниковом узле будет равна:

$$T_{ктр} = \frac{M}{r_k} \quad (31)$$

Результатом расчетов стал график, показывающий изменение тягового сопротивления комбинированного сошника в зависимости от глубины обработки почвы и глубины посева (рисунок 3) при известных параметрах конструктивных элементов, его составляющих.

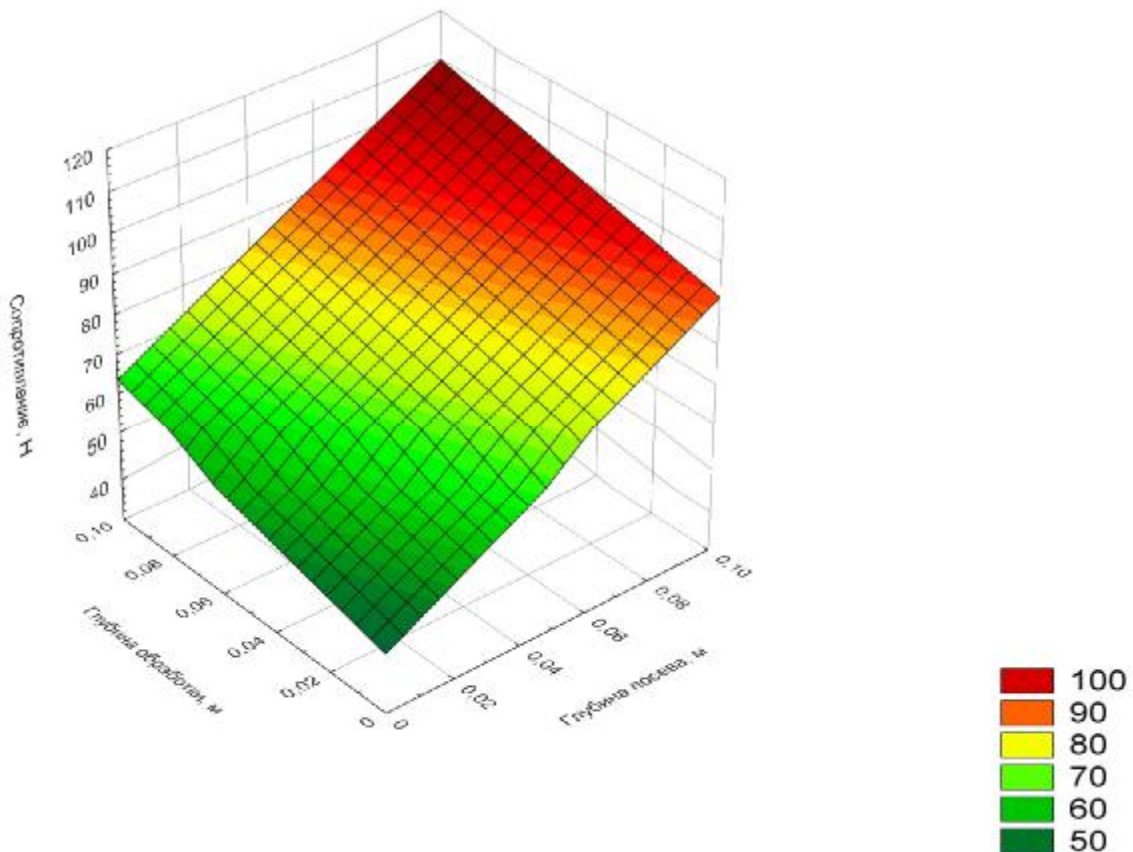


Рисунок 3 – Изменение тягового сопротивления комбинированного сошника в зависимости от глубины обработки и глубины посева.

Анализ рисунка 3 показывает, что сопротивление комбинированного сошника возрастает с увеличением как глубины обработки почвы, так и глубины посева, но интенсивность роста сопротивления сошника с использованием бороздообразователей значительно ниже. Это указывает на возможность снижения затрат энергии при выполнении разноуровневого подрезания сорной растительности на всей обрабатываемой площади и посева на глубину, большую чем глубина обработки почвы.

Для проведения экспериментальных исследований была разработана техническая документация на посевную секцию и в ОАО «Белагромаш-Сервис» (г. Белгород) изготовлен экспериментальный образец комбинированного сошника и прикатывающего устройства. Были проведены испытания по определению тягового сопротивления конструктивных элементов и комбинированного сошника в сборе в почвенном канале и полевых условиях по разработанной методике. Для измерения аналоговых сигналов с последующей их оцифровкой и регистрацией оцифрованного сигнала был составлен и использован мобильный тензоизмерительный комплекс, состоящий из измерительной и регистрирующей систем.

В измерительную систему входят тензометрические датчики, каналы связи, тензоусилитель первой ступени «Топаз-3-01». Регистрирующая система включает в себя аналогово-цифровой преобразователь, персональный компьютер (ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, осуществляющем управление АЦП. Тензометрические датчики были наклеены на промежуточную пластину, выполненную из пружинной стали и установленную в месте наибольшего перемещения сошника.

Тяговое сопротивление комбинированного рабочего органа для глубины посева 7 см и глубин обработки почвы 3, 5, 7 см, полученное в ходе эксперимента в почвенном канале, представлено на рисунке 4.

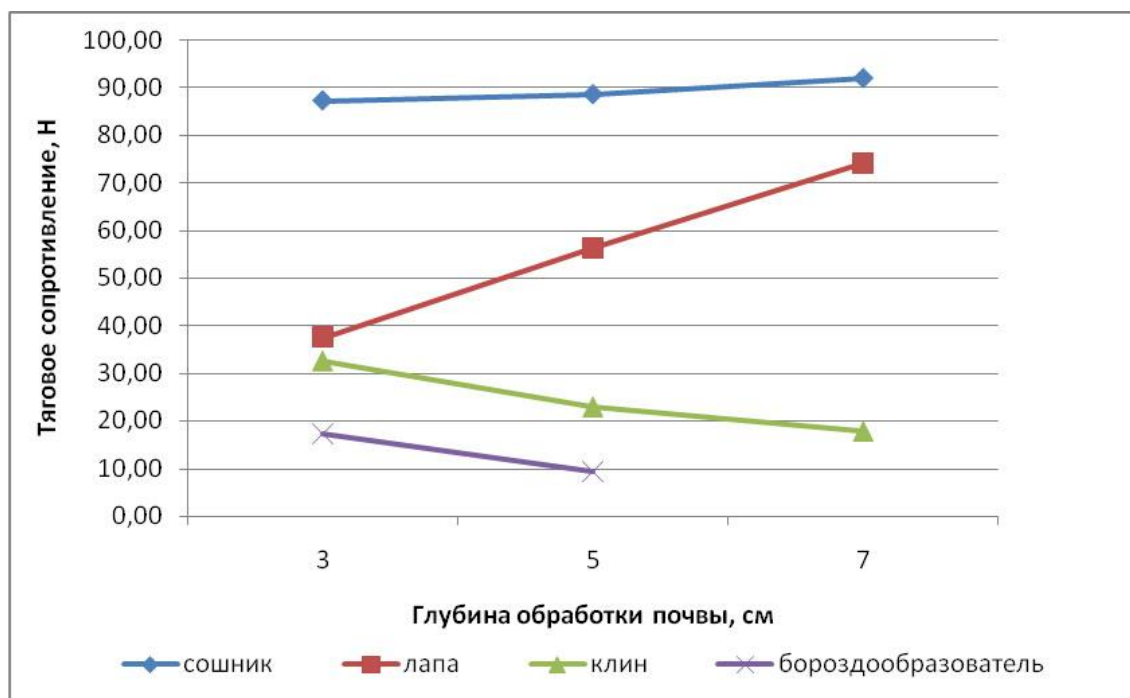


Рисунок 4 – Изменение тягового сопротивления комбинированного рабочего органа и его элементов в зависимости от глубины обработки почвы при $h_{\text{п}} = 0,07$ м.

Установлено, что основную долю сопротивления комбинированного сошника создает стрельчатая лапа, – от 45% (обработка на глубину 0,03 м и посев на 0,07 м) до 81% (при обработке на глубину, равную глубине посева 0,07 м). Бороздо–образователи обладают значительно меньшим сопротивлением, до 22% (при использовании их на глубине обработки 0,03 м и посеве на 0,07 м). Щелеобразователь, необходимый для внесения основной дозы минеральных удобрений, создает большое сопротивление, которое обратно пропорционально глубине обработки почвы и составляет от 19% (при посеве на глубину, равную глубине обработки и составляющую 0,07 м) до 37% (при минимальной глубине обработки почвы 0,03 м и максимальной высоте клина равной 0,09 м).

Использование предлагаемого комбинированного сошника без элементов, обеспечивающих внесение основной дозы минеральных удобрений, позволяет снизить сопротивление на 35% при глубине посева

0,07 м глубине обработки 0,03 м, при этом сопротивление комбинированного сошника составит 53 Н, а при посеве на глубину 0,07 м без внесения основного удобрения и без использования бороздообразователей составляет 72 Н.

Для определения необходимости применения следящей подвески комбинированного сошника был проведен эксперимент по определению высоты гребней. Испытания проводили в соответствии с ГОСТ 31345-2007 «Сеялки тракторные. Методы испытаний». Высоту гребней измеряли с помощью рейки и линейки на поле, предназначенном для прямого посева зерновых (стерня озимой пшеницы и стерня ячменя). Измерения проводили путем укладки рейки на вершины гребней в местах, выбранных случайным образом через каждые 0,15 м при длине рейки равной 4,05 м (аналог сеялки прямого посева без копирования рельефа поля сошниками) и 0,30 м (ширина стрельчатой лапы, база копирования).

Обработка данных эксперимента показала, что высота неровностей микрорельефа описывается нормальным законом распределения со следующими параметрами:

1) Стерня ячменя:

а) длина рейки 4,05 м: $f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-26,6}{16,3}\right)^2}$, $\bar{x} = 26,6$ мм, $\sigma = 16,3$ мм

б) длина рейки 0,30 м: $f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-9,7}{11,3}\right)^2}$, $\bar{x} = 9,7$ мм, $\sigma = 11,3$ мм

2) Стерня озимой пшеницы:

а) длина рейки 4,05 м: $f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-34,9}{16,1}\right)^2}$, $\bar{x} = 34,9$ мм, $\sigma = 16,1$ мм

б) длина рейки 0,30 м: $f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-9,4}{11,1}\right)^2}$, $\bar{x} = 9,4$ мм, $\sigma = 11,1$ мм

Установлено, что для подрезания всей обрабатываемой площади при работе ширикозахватной сеялки без устройства для копирования микрорельефа почвы, необходима установка глубины обработки почвы более 65

мм (для обеспечения подрезания всей поверхности почвы установленная глубина должна быть больше суммы среднего значения и удвоенного среднеквадратического отклонения), что не рационально с точки зрения затрат энергии. Так же при столь большой глубине обработки почвы нельзя осуществить разноуровневую обработку почвы и посев зерновых. При ширине рейки, равной 0,30 м, что соответствует работе копирующей микрорельеф поля посевной секции, необходимая глубина обработки почвы достигается при глубине, равной 32,3 мм, что в два раза меньше, чем при большей ширине захвата посевного агрегата. Следовательно, для обеспечения снижения затрат энергии необходимо копирование микрорельефа поля каждой посевной секцией.

Как можно заметить, полученные при исследовании стерни ячменя и озимой пшеницы результаты при длине рейки 0,30 м весьма близки друг к другу, что указывает на возможность использования одинаковых параметров подвески комбинированного сошника при обработке данных участков.

В результате анализа техникоэкономической эффективности использования предложенной посевной секции зернотуковой сеялки прямого посева установлено, что применение предлагаемого способа посева зерновых и устройства для его осуществления в сравнении с традиционной технологией позволяет снизить приведенные затраты на 2,4 тыс. руб./га (таблица).

Таблица – Сравнительные показатели экономической эффективности

| Наименование показателей | Значение показателей | | Величина изменения, руб/га |
|---|----------------------|---------------|----------------------------|
| | Базовый вариант | Новый вариант | |
| Затраты на горюче-смазочные материалы, руб/га | 208 | 167 | 41 |
| Прямые эксплуатационные затраты, руб/га | 13 287 | 10 928 | 2 359 |
| Удельные капитальные вложения, руб/га | 594 | 476 | 118 |
| Приведенные затраты, руб/га | 13 376 | 11 000 | 2 376 |

Из таблицы следует, что при среднегодовой наработке сеялки 715 га экономический эффект составит 1,7 млн. руб.

Список использованной литературы.

1. Патент России 2 326 520, А01В 79/02, А01С 7/20. Способ посева зерновых культур с внесением удобрений и устройство для его осуществления. / Н. Ф. Скурятин, А. Н. Скурятин, А. В. Бондарев (RU). – 2006117292/12; Заявлено 19.05.2006; Опубл. 20.06.2008.
2. Синеоков Г. Н., Панов И. М. Теория и расчет почвообрабатывающих машин. / Г. Н. Синеоков, И. М. Панов. – М., Машиностроение, 1977. – 330 с.