

Author's Information

Fadeev Ivan Vasilievich, Doctor of Engineering Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Technical Disciplines, Chuvash State Pedagogical University named after I. Ya. Yakovlev (Russian Federation, 428000, Cheboksary, K. Marx str., 38), e-mail: ivan-fadeev-2012@mail.ru

Uspensky Ivan Alekseevich, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of the Department of Technical Operation of Transport, Ryazan State Agrotechnological University named after P. A. Kostychev (Russian Federation, 390044, Ryazan, Kostycheva str., 1), e-mail: ivan.uspensckij@yandex.ru

Fomin Sergey Denisovich, Doctor of Engineering Sciences, Professor of the Department of Mechanics, Volgograd State Agrarian University (Russian Federation, 400002, Volgograd, Universitetsky Ave., 26), e-mail: fsd_58@mail.ru

Yukhin Ivan Aleksandrovich, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of the Department of Automotive Equipment and Thermal Power Engineering, Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev (Russian Federation, 390044, Ryazan, Kostycheva str., 1), e-mail: yuival@rambler.ru

Limarenko Nikolay Vladimirovich, Doctor of Engineering Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Instrumentation and Biomedical Engineering Don State Technical University", (Russian Federation, 344003, Rostov-on-Don, Gagarin Square, 1), e-mail: limarenkodstu@yandex.ru

Filushin Oleg Vladimirovich, Candidate of Engineering Sciences, assistant of the Department of Technical Operation of Transport, Ryazan State Agrotechnological University named after P. A. Kostychev (Russian Federation, 390044, Ryazan, Kostycheva str., 1), e-mail: olegfil93@mail.ru

DOI: 10.32786/2071-9485-2024-03-43

APPLICATION OF THE THEORY OF HARMONIC OSCILLATIONS IN THE RESEARCH OF THE SEEDER SECTION WHEN SOWING SOYBEANS WITH HYDROGEL ON IRRIGATION

Tseplyaev A. N.

The All-Russian Scientific Research Institute of Irrigated Agriculture is a branch of the Federal state budgetary scientific institution "Federal Scientific Center for Hydraulic Engineering and Melioration named after A. N. Kostyakov" Volgograd, Russian Federation

Corresponding author E-mail: can_volgau@mail.ru

Received 15.05.2024

Submitted 06.06.2024

Abstract

Introduction. Soy is a heat- and moisture-loving crop. Most of it is cultivated by irrigation, because to obtain one ton of product, it is necessary to spend on average at least 3000 m³ of water. As for obtaining sustainable harvests in the arid zones of the lower Volga region, water costs increase by 1.2...1.3 times to obtain the same volume of production. However, this crop is highly valued on world markets for its high content of high protein, high yield, and the possibility of low-cost processing to obtain various types and food products. Soy is a very common product in animal husbandry, especially in pig farming. It is known that the best results in terms of yield and quality of soybean grain are achieved by using mineral fertilizers. At the same time, 17-18% of fertilizers are lost due to their washing into the lower layers of the soil. However, when cultivating soybeans under irrigation, it is necessary to take into account that up to 20% of the costs for obtaining stable yields fall on the supply of irrigation water. It is possible to reduce the cost of water and fertilizers in soybean cultivation by using hydrosorbents, often called hydrogels. At the same time, given that hydrogel is a rather expensive product (up to 500 rubles per kilogram), it should be applied only in the row area and below the bottom of the seed groove by 0.05 ...0.06 m. **Object.** For the processing object, the technological process of sowing soybean seeds under irrigation was selected simultaneously with the hydrogel section of the seeder equipped with additional devices to reduce the cost of irrigation water by applying enriched hydrogel. **Materials and methods.** For the research, the following were used: a section of a seeder equipped with a furrow cutter and a side sealer and riggers for removing the dry soil layer, as well as measuring instruments; recommended methods for conducting such experiments; the reliability of the experiments was determined using digital methods. **Results and conclusions.** To increase the efficiency of soybean cultivation in irrigation and reduce the cost of irrigation water, as well as fertilizers, special hydrosorbents are used-hydrogel. Due to the physical characteristics of this substance, it accumulates a certain amount of moisture in its volume, along with fertilizers dissolved in it, and then, as the volume of moisture in the soil decreases, it transfers it through the root system to the plants themselves. To embed the hydrogel into the soil, a section of the seeder has been created, with a furrow cutter and a side seal mounted on it. The section is protected by patent for invention No. 27322452. Studies related to the oscillation of the coulter were carried out using sensors that transmit signals to an analog digital converter (ADC) and then to a computer. The results were processed based on the recording of harmonic oscillations and the obtained spectral density. Based on the data obtained, graphs are plotted for changes in the resistance of the section as well as the angles of oscillation of the coulter depending on the speed of movement. In particular, the limit values of the spring tension limits should not exceed 350 n/m, at a speed of 2.5 to 3.0 m/s, while the limits of the change in the force of turning the wick, "ψ" are 40°...50° and the resistance force changes its values from 22H to 35H for each the section.

Keywords: seeder section, soybean seeds, hydrosorbent, harmonic vibrations, side sealer

Citation. Tseplyaev A. N. Application of the theory of harmonic oscillations in the research of the seeder section when sowing soybeans with hydrogel on irrigation. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2024. 3(75). 376-385 (in Russian). DOI:10.32786/2071-9485-2024-03-43.

Author's contribution. All the authors of the study were directly involved in planning, conducting the experiment and analyzing the results obtained. The authors of this article have read the final version and approved it.

Conflict of interest. The author declares no conflict of interest.

УДК 631:67:633.853.52

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ ГАРМОНИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ В ИССЛЕДОВАНИЯХ СЕКЦИИ СЕЯЛКИ ПРИ ПОСЕВЕ СОИ С ГИДРОГЕЛЕМ НА ОРОШЕНИИ

Цепляев А. Н., доктор сельскохозяйственных наук, профессор

*Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия-филиал федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр гидротехники и мелиорации имени А. Н. Костякова»
г. Волгоград, Российская Федерация*

Актуальность. Соя – тепло- и влаголюбивая культура. Большая ее часть возделывается на орошении, т.к. для получения одной тонны продукта необходимо затратить в среднем не менее 3000 м³ воды. Что касается получения устойчивых урожаев в засушливых зонах Нижнего Поволжья, то на получение того же объема продукции затраты воды возрастают в 1,2...1,3 раза. Однако эта культура высоко ценится на мировых рынках за повышенное содержание леucoсвоемого белка, высокую урожайность, возможность низкзатратной переработки для получения различных видов и продуктов питания. Соя весьма распространенный продукт в животноводстве, особенно в свиноводстве. Известно, что наилучшие результаты с точки зрения получения урожайности и качества зерна сои достигаются при использовании минеральных удобрений. При этом 17-18 % удобрений теряется за счет их промывания в нижние слои почвы. Однако при возделывании сои на орошении необходимо учитывать, что до 20% затрат для получения стабильных урожаев приходится на подачу оросительной воды. Сократить затраты воды и удобрений при возделывании сои можно за счет использования гидросорбентов, часто называемых гидрогелями. При этом, учитывая, что гидрогель достаточно дорогостоящий продукт (до 500 рублей за килограмм), вносить его следует только в зону рядка и ниже дна посевной бороздки на 0,05...0,06 м. **Объект.** Для объекта обработки был выбран технологический процесс посева семян сои на орошении одновременно с гидрогелем секцией сеялки, оборудованной дополнительными устройствами для снижения затрат оросительной воды, за счет внесения обогащенного гидрогеля. **Материалы и методы.** Для проведения исследований применились: секция сеялки, оснащённая бороздорезом и бокорезом-уплотнителем и риджерами для снятия сухого слоя почвы, а также измерительные приборы; рекомендованные методики для проведения подобных опытов; достоверность опытов определяли с использованием цифровых способов. **Результаты и выводы.** Для повышения эффективности возделывания сои на орошении и снижения затрат оросительной воды, а также при удобрении применяют специальные гидросорбенты-гидрогель. За счет физических особенностей этого вещества он накапливает в своем объеме определенное количество влаги, вместе с растворенными в ней удобрениями, а затем, по мере снижения объема влаги в почве, передает ее через корневую систему самим растениям. Для внесения гидрогеля в почву создана секция сеялки, с установленными на ней риджерами, бороздорезом и бокорезом-уплотнителем. Секция защищена патентом на изобретение № 2732452. Исследования, связанные с колебанием сошника, проводились с применением датчиков, передающих сигналы на аналоговый цифровой преобразователь (АЦП) и далее на компьютер. Обработка результатов выполнялась на основе записи гармонических колебаний и полученной спектральной плотности. По полученным данным построены графики изменения сопротивления секции, а также углов колебания сошника в зависимости от скорости движения. В частности, предельные значения натяжения пружины не должны превышать 350 н/м, при скорости от 2,5 до 3,0 м/с изменение угла поворота грядила, «ψ» составляло 40°...50°, а сила сопротивления колеблется от 22Н до 35Н на каждую секцию.

Ключевые слова: секции сеялки, семена сои, гидросорбент, гармонические колебания, бокорез-уплотнитель.

Цитирование. Цепляев А. Н. Применение теории гармонических колебаний в исследованиях секции сеялки при посеве сои с гидрогелем на орошении. *Известия НВ АУК.* 2024. 3 (75). 376-385. DOI: 10.32786/2071-9485-2024-03-43.

Авторский вклад. Автор настоящего исследования принимал непосредственное участие в планировании, выполнении или анализе данного исследования. Автор настоящей статьи ознакомился и одобрил представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Введение. Соя – одна из основных высокоурожайных бобовых культур, обеспечивающая необходимым количеством белка в первую очередь животноводство, а также необходимую часть рациона питания человека [2, 5, 8]. Отмечается, что эта культура возделывается практически в большинстве стран Латинской Америки, США, Бразилии, Российской Федерации и т.д.: только за последние 7...8 лет валовый сбор сои возрос практически до 3,0% достигнув в 2021 г 352 млн.т., в последующем к 2030 году он может возрасти до 411 млн. т [11]. Для достижения этого показателя проводится необходимая работа по селекции сортов, норма посева технологии, севообороты, расширения площадей под указанную культуру и другие мероприятия по повышению урожайности [1, 4, 6, 7].

Однако следует отметить, что соя весьма влаголюбивая культура и для получения одной тонны продукции необходимо затратить от 500 до 1000 м³ оросительной воды при поливе дождеванием [1]. Поэтому нами предлагается в целях экономии воды использовать гидросорбенты. Они способны накапливать влагу при ее избытке, а затем передавать через корневую систему растениям. При этом следует учитывать, что на основании исследований, проведенных многими авторами, по оценке применения гидрогеля в сельском хозяйстве, наилучший его эффект достигается при его внесении вместе с удобрениями [9]. Доказано, что в таких вариантах внесения экономится не только вода, но и удобрения, поскольку основная их часть находится в зоне подачи гидрогеля. В исследованиях большинства авторов гидрогель способствует улучшению качества почвы, повышая коэффициент структурности на 15...20% [3, 12, 13]. Следует также отметить, что гидрогель – достаточно дорогой продукт. Его цена колеблется от 400 до 600 руб. за 1 кг в зависимости от производителя и способности к абсорбции влаги [9]. Поэтому предлагается вносить его локально вместе с удобрениями в зону рядка посева семян сои. Машин, способных выполнять указанную операцию промышленность не выпускает [10]. В связи с этим нами разработана сеялка, защищенная патентом на изобретение № 2732452, бюл. № 267с. 16.09.2020 г.

Материалы и методы. Усовершенствованная сеялка оборудована секциями, на которых смонтированы дополнительные устройства. Для этой цели на секцию устанавливают бороздорез, смещая его вперед и в бок относительно оси сошника. Кроме этого, за сошником устанавливают бороздорез-уплотнитель. При вращении он обеспечивает прорезание влажного слоя почвы с боков образованной борозды и закрытие им семян сои. Пружина создает необходимое давление, способствуя уплотнению почвы над семенами. Сухой слой почвы сдвигается щеткой в зону рядка, мульчируя таким образом его дневную поверхность.

Поскольку в конструкцию сошника внесены изменения за счет установки подпружиненного бороздореза-уплотнителя, то, безусловно, его работа окажет воздействие на устойчивость хода всего сошника. Для проведения экспериментальных исследований по определению устойчивости сошника при работе была разработана методика и изготовлено необходимое лабораторное оборудование, а также подготовлены необходимые измерительные приборы по исследованию гармонических колебаний сошника. В основу теоретической части методики были положены дифференциальные уравнения линейного вида с неизменными коэффициентами вида. (Выгодский А. Я. «Справочник по высшей математике», М. 1989 г.)

$$(B_n q^n + B_{n-1} q^{n-1} + \dots + B_1 q + B_0) y(t) = (C_m q^m + C_{m-1} q^{m-1} + \dots + C_1 q + C_0) x(t), \quad (1)$$

где $q = \frac{L}{dt}$ – оператор дифференцирования.

Исключив некоторые промежуточные математические преобразования, направленные на упрощение уравнения, за счет группирования однородных членов и т.д. приходим к общему выражению:

$$B_n \frac{d^n}{dt^n} (\mu(i\omega) e^{i\omega t}) + B_{n-1} \frac{d^{n-1}}{dt^{n-1}} (\mu(i\omega) e^{i\omega t}) + \dots + B_k \frac{d^k}{dt^k} (\mu(i\omega) e^{i\omega t}) + \dots + B_1 \frac{d}{dt} (\mu(i\omega) e^{i\omega t}) + B_0 (\mu(i\omega) e^{i\omega t}) = C_m \frac{d^m}{dt^m} e^{i\omega t} + C_{m-1} \frac{d^{m-1}}{dt^{m-1}} e^{i\omega t} + \dots + C_k \frac{d^k}{dt^k} e^{i\omega t} + \dots + C_1 \frac{d}{dt} e^{i\omega t} + C_0 e^{i\omega t}, \quad (2)$$

где $\mu(i\omega)$ – комплексный множитель, а ω – частота гармонических колебаний сошника.

Далее группируем члены уравнения и вводим обозначения, считая, что $\mu(i\omega)$ – некоторый многочлен $B_n(q)$, а первую часть уравнения обозначаем как $C_m(i\omega)$, тогда

$$\mu(i\omega) = \frac{C_m(i\omega)}{B_n(q)} \quad (3)$$

Полученная формула (3) – это амплитудно-фазовая частотная характеристика линейной системы. Если принять математическое ожидания воздействия почвы на бокорез-уплотнитель как гармонические колебания нулевой частоты, т.е. $\omega=0$, то из выражения (3)

$$\mu(0) = \frac{C_m(0)}{B_n(0)} = \frac{C_0}{B_0}, \quad (4)$$

Математическое ожидание угла наклона грядки бокорез-уплотнитель к поверхности в виде функции m_y будет представлено как:

$$m_y = \frac{C_0}{B_0} m_x, \quad (5)$$

где m_x – математическое ожидание реакции почвы, полученное по результатам опыта.

Найденные выражения (4, 5) вполне применимы для нахождения некоторой автокоррекционной функции $f_x(v)$. Тогда, применив преобразование, получим спектральную плотность на входе:

$$T(\omega) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} f_x(v) e^{-i\omega v} dv \quad (6)$$

Стационарная случайная функция преобразовывается с учетом выражения (3) и представляется в виде:

$$T_y(\omega) = |\mu(i\omega)|^2 f_x(\omega) \quad (7)$$

Значение $|\mu(i\omega)|^2$ находят по выражению (3).

Полученное выражение $T_y(\omega)$ – величина спектральной плотности.

Продольная устойчивость ножа-уплотнителя оценивалась дисперсией изменения угла наклона грядки к поверхности почвы, а поскольку

$$C_y = v_y(0), \quad (8)$$

то функция спектральной плотности запишется в виде:

$$C_y = 2 \int_0^{\infty} T_y(\omega) d\omega \quad (9)$$

Полученное уравнение (9) вполне применимо для нахождения суммарной спектральной плотности при различных изменяющихся кинетических и динамических параметров бокореза-уплотнителя, а также стохастических величин почвы, как дискретной среды. Таким образом, оценивается комплексное влияние режимов работы бокореза-уплотнителя на устойчивость хода сошника в вертикальной плоскости.

Исследования по изучению влияния параметров почвы и бокореза-уплотнителя на устойчивость сошника выполнялись в почвенном канале ВолГАУ. Поэтому рассматриваем схему секции, а также общий вид и схему монтажа датчиков без соединения их с тележкой.

На рисунке 1 представлена схема рабочей части секции сеялки для посева семян сои на орошении.

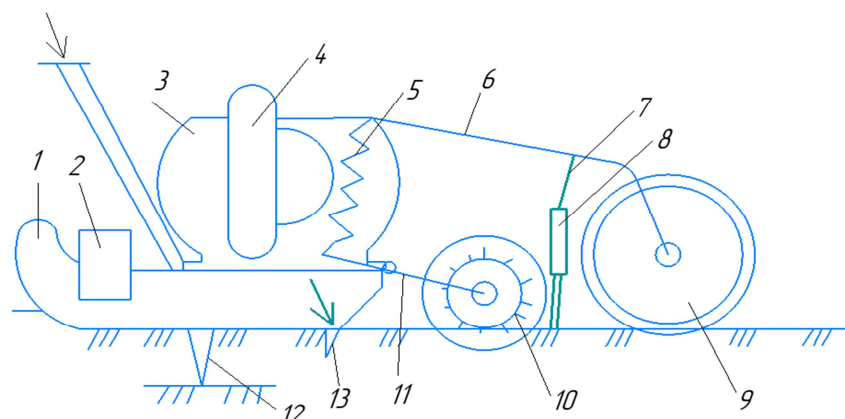


Рисунок 1 – Схема рабочей части секции сеялки для посева семян сои с гидрогелем на орошении
□ обогащенный гидрогель; □ семена; 1 – сошник; 2 – риджеры; 3 – высевной аппарат; 4 – привод;
5 – пружина; 6 – поводок; 7 – звено; 8 – щетка; 9 – опорный каток; 10 – бокорез-уплотнитель; 11 – грядиль;
12 – бороздодел; 13 – пята сошника.

Figure 1 – Diagram of the working part of the section of the planter for sowing soybean seeds with hydrogel for irrigation □ enriched hydrogel; □ seeds; 1 – coulter; 2 – rippers; 3 – seeding apparatus; 4 – drive; 5 – spring; 6 – leash; 7 – link; 8 – brush; 9 – support roller; 10 – side cutter sealer; 11 – bed; 12 – furrow; 13 – ploughshare.

При работе сошник 1 разрезает почву для образования бороздки и подачи семян сои. Риджеры 2 снимают сухой слой, сдвигая его в стороны. Бороздодел создает ниже дна посева семян бороздку под гидрогель. Семена высевным аппаратом 3 направляются в бороздку, а гидрогель – в полый бороздодел, бокорез-уплотнитель 10 срезает влажный слой с боков бороздки и закрывает семена и гидрогель, уплотняя при этом почву за счет пружины 5. На опорном катке 9 перемещается секция, а щетка 8 мульчирует влажный слой сухой почвы.

Возможные колебания сошника в продольно-вертикальной плоскости оказывают основное влияние на равномерность глубины заделки семян сои на орошении и достижения агротехнологических требований на посев. Основным фактором при работе сошника является скорость движения агрегата, поэтому все изменения функции динамики поведения сошника построены в зависимости от скорости. Схема измеряемых сил и их проекций представлена на рисунке 2, а схема монтажа датчика измерения колебаний представлена на рисунке 3.

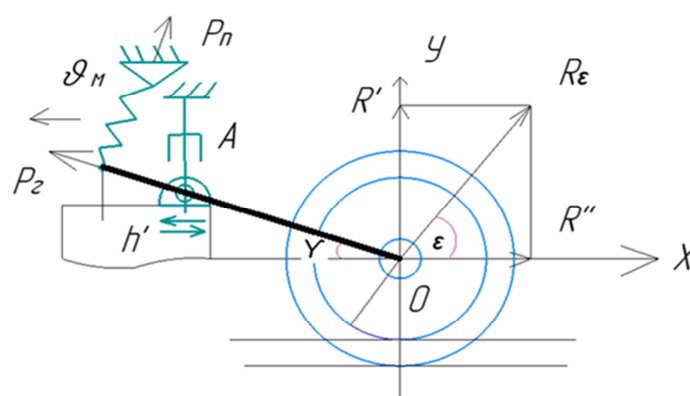


Рисунок 2 – Схема действия измеряемых сил на активный бокорез-уплотнитель
Figure 2 – Diagram of the action of the measured forces on the active side sealer

P_n – усилие пружины, н; P_T – сила тяги вдоль грядиля, н; R_E – суммарная реакция почвы на нож-уплотнитель, н; R'_E и R''_E – вертикальная и горизонтальная проекции R_E , н; Ψ – угол наклона грядиля к горизонту, Ψ° ; h' – проекция короткого плеча грядиля.

(а)



(б)

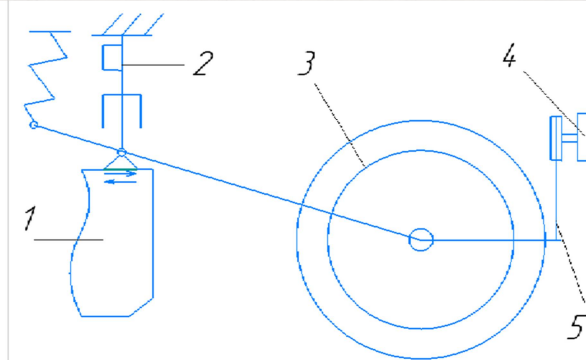


Рисунок 3 – Общий вид и схема монтажа датчиков бокореза-уплотнителя
1 – сошник; 2 – датчик тензозвена; 3 – бокорез-уплотнитель; 4 – датчик угла; 5 – упругое звено;
(а) общий вид; (б) схема монтажа датчиков

Figure 3 – General view and mounting diagram of the sensors on the side seal
1 – coulter; 2 – strain gauge; 3 – side sealer; 4 – angle sensor; 5 – elastic link; (a) general view;
(b) sensor mounting diagram

Неравномерность работы сошника вызывают автоколебания, а также работа активного бокореза-уплотнителя. Его работа рассматривалась ранее, в опыте необходимо усилие пружины, а также реакция почвы в зоне уплотнения.

Результаты и выводы. Результаты эксперимента были записаны с использованием АЦП в цифровом виде, а затем обработаны методом ординат и представлены в виде графиков на рисунок 4 (а, б, в).

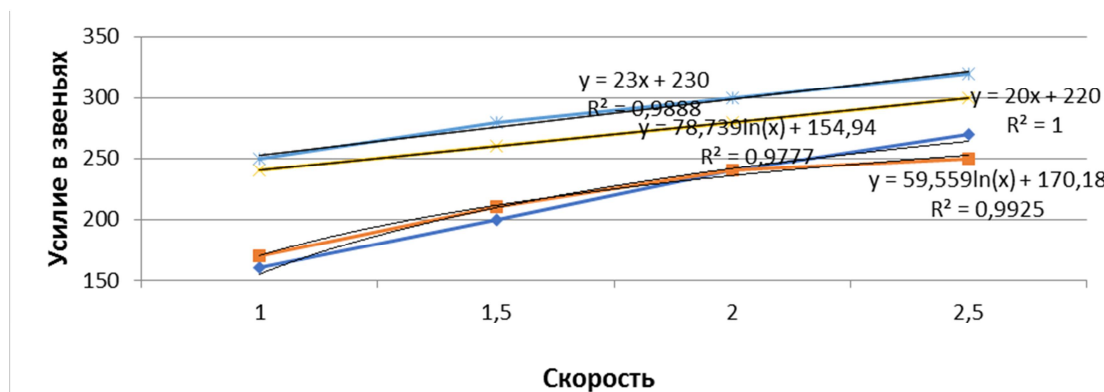


Рисунок 4а – Динамика изменения параметров в звеньях крепления бокореза-уплотнителя
(при $R_n=200$ н/м)

Figure 4a – Dynamics of parameter changes in the fastening links of the side seal (at $R_n=200$ n/m)

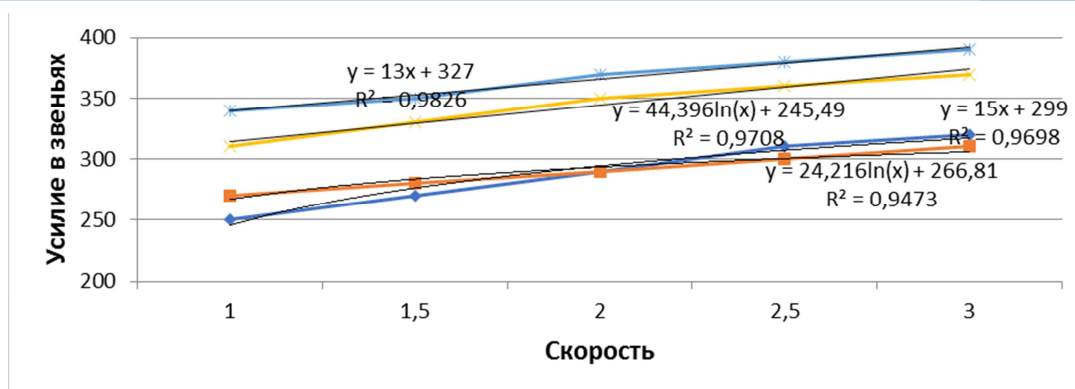


Рисунок 4б – Динамика изменения параметров в звеньях крепления бокореза-уплотнителя (при $R_n=350$ н/м)

Figure 4b – Dynamics of parameter changes in the fastening links of the side seal (at $R_n=350$ n/m)

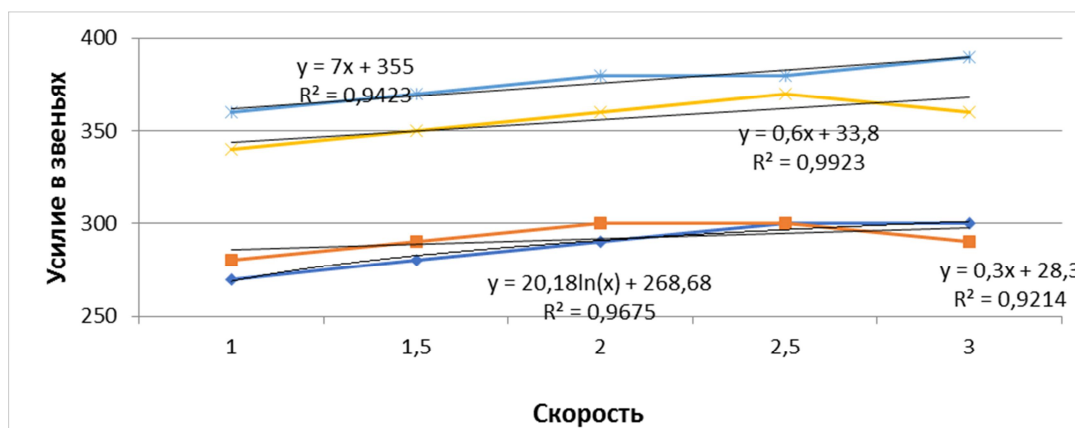


Рисунок 4в – Динамика изменения параметров в звеньях крепления бокореза-уплотнителя (при $R_n=500$ н/м)

$\Delta-\Delta$ – усилие в грядили; $\circ-\circ$ – сопротивление ножа; $x-x$ – горизонтальное сопротивление ножа;
 $\square-\square$ – изменение ψ ; $\diamond-\diamond$ – вертикальное сопротивление ножа.

Figure 4v – Dynamics of parameter changes in the fastening links of the side seal (at $R_n=500$ n/m)

$\Delta-\Delta$ – force in miles; $\circ-\circ$ – resistance of the knife; $x-x$ – horizontal resistance of the knife; $\square-\square$ – change ψ ;
 $\diamond-\diamond$ – vertical resistance of the knife.

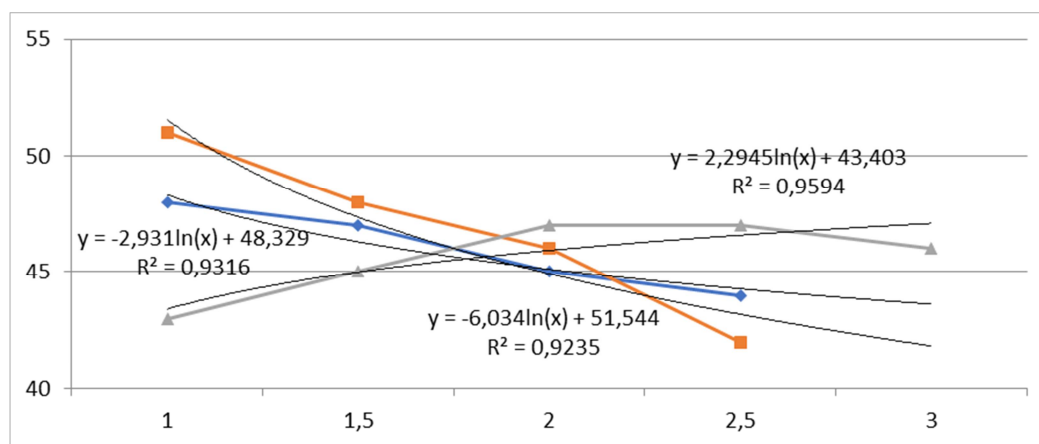


Рисунок 5 – Изменение угла поворота грядила от скорости движения агрегата

$\diamond-\diamond$ – 200 н/м; $\square-\square$ – 350 н/м; $\Delta-\Delta$ – 500 н/м

Figure 5 – The change in the angle of rotation of the steering wheel depends on the speed of the unit

$\diamond-\diamond$ – 200 n/m; $\square-\square$ – 350 n/m; $\Delta-\Delta$ – 500 n/m

Поскольку пружина бокореза-уплотнителя будет оказывать основное влияние на устойчивость хода сошника, она предварительно настраивалась на определенное усилие натяжения (200 н/м; 350 н/м; 500 н/м). Одновременно проводилась запись с датчиков усилий в грядиле через тензозвено и бокореза-уплотнителя угла поворота грядиля относительно горизонтальной плоскости. Для определения реактивной силы бокореза-уплотнителя использовались формулы горизонтальной и вертикальной проекции реактивной силы R' и R'' которые рассчитывали по формулам: $R' = R_{\varepsilon} \sin \varepsilon$; $R'' = R_{\varepsilon} \cos \varepsilon$.

Рассмотрим закономерности изменения параметров работы бокореза-уплотнителя, а также физические явления проходящих процессов.

Что касается изменения силы в грядиле (P_r), а по существу силы тяги, то она практически соответствует закону прямо пропорциональности скорости. Пределы изменения незначительны от 250Н до 330Н, а объясняется все тем, что бокорез-уплотнитель при работе вращается на оси, при этом срез почвы с откосов бороздки всего на глубину 0,015...0,02м, а срезанная часть почвы подается к профильной поверхности уплотнителя. График изменения сопротивления бокореза-уплотнителя, по своему характеру соответствует графику силы тяги, но его значение изменения несколько меньше и составляет 230Н...320Н. Угол поворота грядиля « Ψ » увеличивается с увеличением скорости, и это связано с поведением сошника. Анализ его работы, представленный в исследованиях, отраженных в статьях, опубликованных в изданиях «Вестник» указывает на «всплытие» сошника при увеличении скорости движения машины. Соответственно, точка крепления грядиля к сошнику (т. А рисунок 2) поднимается вверх, грядиль поворачивается в шарнире «А» по часовой стрелке и угол « Ψ » увеличивается.

Проекция реактивной силы бокореза-уплотнителя в функции возрастания скорости также меняют положения, и их зависимости представляют собой R' – некоторую часть синусоиды, а R'' – косинусоиды. При увеличении скорости перед бокорезом-уплотнителем формируется почвенный валик, при этом его высота возрастает при повышении скорости. Поэтому горизонтальная составляющая реакции R'' становится больше, а вертикальная R' – убывает.

Указанная величина изменений для R' находится в пределах 20...25 Н, для R'' – (30...50) Н. Кроме этого, увеличение угла « Ψ » положения грядиля оказывает влияние на значение проекций сил R' и R'' . На рисунках 4а, б, в, представлены графики полученные в результате ранее описанной методики, но при натяжении пружины бокореза-уплотнителя до 350 Н/м. Характер их изменений соответствует вышерассмотренным рисунок 4а, при этом следует указать на повышение значений всех ранее рассмотренных величин. Так, сила P_r при скорости 1 м/с составляет 4 Н, а при скорости 3 м/с – 380 Н. Величина угла « Ψ » изменялась от 45° до 52°. Значение R' оказалось равным при $\vartheta = 1$ м/с – 27,5 Н, а при $\vartheta = 3$ м/с – 24,5 Н, R'' – 260 Н.

При увеличении натяжения пружины грядиля до $P_n = 500$ Н изменение всех рассматриваемых величин несколько иное. Что касается силы тяги P_r и реакции бокореза-уплотнителя, то их значения выросли по сравнению с кривыми графика 6б и составили: при $\vartheta = 1$ м/с - $P_r = 36,5$ Н, $R_{\varepsilon} = 335$ Н, а при $\vartheta = 3$ м/с - $P_r = 390$ Н, $R_{\varepsilon} = 360$ Н.

Значение угла Ψ практически осталось неизменным и при $\vartheta = 1$ м/с $\Psi = 48^\circ$, а при $\vartheta = 3$ м/с $\Psi = 50^\circ$. Величины проекции реактивных сил изменились незначительно на 12...15 Н, при этом, значение R' оказалось больше, чем R'' . Отсюда следует вывод, что при натяжении пружины до $P_n = 500$ н/м приводит к изменению положения сошника от действия бокореза-уплотнителя, что приводит к нарушению технологического процесса. Поэтому для указанной конструкции бокореза-уплотнителя и рабочей части секции предельное значение натяжения пружины грядиля не должно превышать 350 н/м.

Заключение. В статье рассматривается конструкция рабочей части секции сеялки для посева сои на орошении с внесением гидросорбентов, защищенная патентом на изобретение (№ 2732452). Поскольку сошник сеялки дооборудован бороздорезом для подачи гидрогеля, а к его корме крепится дополнительный грядиль с бокорезом-уплотнителем для заделки семян сои

после посева влажной почвой, то проведены экспериментальные исследования по нахождению динамических и кинематических параметров сошника и бокореза-уплотнителя. Все лабораторные исследования проводились в почвенном канале Волгоградского ГАУ с применением специального оборудования, исследуемой конструкции, а также комплекса АЦП с электронным преобразователем и ЭВМ. В теоретической части методики применялись дифференциальные уравнения линейного типа, с помощью которых получена функция спектральной плотности. Используя ее, оценивали комплексное влияние режимов работы бокореза-уплотнителя и устойчивость хода сошника. По результатам исследований получены графики в зависимости от скорости движения окружности: изменения угла поворота грядилы Ψ – его пределы от 40° до 50° , повышение силы тяги от 250Н до 350Н, а также реактивного сопротивления изменяющиеся от 220Н до 310Н, при повышении скорости, агрегата от 1,0 до 3,0 м/с. Предельное значение натяжения пружин грядилы составляет 350Н, рекомендованная скорость от 2,5 до 3,0 м/с.

Conclusions. The article considers the design of the working part of the section of a seeder for sowing soybeans under irrigation with the introduction of hydrosorbents, protected by a patent for an invention (No. ...). Since the seeder coulter is retrofitted with a furrow cutter for supplying hydrogel, and an additional bed with a side sealer is attached to its stern for sealing soybean seeds after sowing with moist soil, experimental studies have been conducted to find the dynamic and kinematic parameters of the coulter and the side sealer. All laboratory studies were carried out in the soil channel of the Volgograd State Agrarian University using special equipment, the design under study, as well as an ADC complex with an electronic converter and a computer. In the theoretical part of the technique, linear differential equations were used, with the help of which the spectral density function was obtained. Using it, the complex effect of the operating modes of the side sealer and the stability of the coulter stroke were evaluated.

According to the results of the research, graphs were obtained depending on the speed of the circle: changes in the angle of rotation of the keel Ψ – its limits from 40° до 50° , an increase in thrust from 25H to 35H, as well as reactance varying from 22H to 31H, with an increase in speed, the unit from 1.0 to 3.0 m/s. The maximum tension of the springs of the bed is 350N, the recommended speed is from 2.5 to 3.0 m/s.

Библиографический список

1. Балакай Г. Т. Особенности технологии возделывания сои на орошаемых землях юга России. http://www.infotechno.ru/ros-soya2014/dok_ba-lakay2014.php
2. Балакай Г. Т., Селицкий С. А. Урожайность сортов сои при поливе дождеванием и системами капельного орошения в условиях Ростовской области. Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2019. № 3 (35). С. 80–97. <http://www.rosniipm-sm.ru/archive?n=614&id=620>
3. Вдовина Т. А., Винокуров А. А., Исакова Е. А. Исследование водно-физических свойств почвы с применением гидрогеля в Кучерском районе Восточно-Кабардинской области. Вестник Кабардинского университета. Серия Биология. Медицина. География. 2020. № 3. С. 29-35.
4. Кочегура А. В., Щегольков А. В., Зима Д. Е. Селекция сортов сои разных направлений использования для регионов России. APK News. 2018. <https://apknews.ru/article/213/1382/>.
5. Пешкова В. О., Лукашунас Ю. А., Власовец В. Н. Формирование урожайности сои на орошении в зависимости от климатических ресурсов вегетационного периода сухостепной зоны. Аграрный вестник Юго-Востока. 2019. № 2 (22). С. 25-27.
6. Скоробагатая Н. А. Успешное внедрение сои и зерновых в едином севообороте в Российской Федерации. http://infotechno.ru/ros-soya/dok_skorobogataya.php, 2019.
7. Толоконников В. В., Вронская Л. В., Кошкарлова Т. С. Влияние норм посева на продуктивность сои с различными сроками созревания в условиях орошения. Журнал орошаемое земледелие. 2022. № 3. С. 21-24.
8. Фокша И. Соевые возможности: популярность сои в ближайшие годы будет увеличиваться. Агротехника и технологии. 2017. <https://agroinvestor.ru/technologies/article/28927-soevye-vozmozhnosti/>.
9. Тимошенко В. В. Перспективы использования влагоудерживающих сополимеров при возделывании сельскохозяйственных культур в засушливых зонах. Материалы VIII Международной научно-практической конференции молодых исследователей, посвященной 70-летию Волгоградского государственного аграрного университета. Волгоград, 2014. Часть I. 448 с.
10. Цепляев В. А., Магомедов А. М. Условия размещения пят сошника на разработанной секции сеялки при посеве семян сои. Известия нижеволжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2022. № 2 (66). С. 430-443.
11. Юркова, Р. Е., Докучаева Л. М. Современное состояние производства сои в России. Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2019. № 2 (74). С. 8-13.
12. Rathore S. S., Shekhawat K., Class A., Premi O. P., Rathore B. S., Singh V. K. Deficit Irrigation Scheduling and Superabsorbent Polymer- Hydrogel Enhance Seed Yield, Water Productivity and Economics of Indian Mustard Under Semi-Arid Ecologies. Irrigation and Drainage. 2019. № 68 (3). Pp. 531-541.
13. Kabir M. H., Ahmed K., Furukawa H. A low cost sensor based agriculture monitoring system using polymeric hydrogel. Journal of the Electrochemical Society. 2017. № 164 (5). Pp. 3107-3112.

References

1. Balakai G. T. Features of soybean cultivation technology on irrigated lands of the south of Russia. http://www.infotechno.ru/ros-soya2014/dok_ba-lakay2014.php.

2. Balakai G. T., Selitsky S. A. Yield of soybean varieties when watering with sprinkler and drip irrigation systems in the Rostov region. Scientific Journal of the Russian Research Institute of Problems of Melioration. 2019. No. 3 (35). Pp. 80-97. <http://www.rosniipm-sm.ru/archive?n=614&id=620>.
3. Vdovina T. A., Vinokurov A. A., Isakova E. A., Investigation of water-physical properties of soil using hydrogel in the Kuchersky district of the East Kabardian region. Bulletin of Kabardian University. Series. Biologists. Medicine. Geography. 2020. No 3. Pp. 29-35.
4. Kochegura A. V., Gogolkov A. V., Winter D. E. User selection for the regions of Russia. News of the agroindustrial complex. 2018. <https://apknnews.ru/article/213/1382>.
5. Peshkova V. O., Lukashunas Yu. A., Vlasovets V. N. Formation of soybean yield on irrigation depending on climatic resources of the growing season of the dry-steppe zone. Agrarian bulletin of the South-East. 2019. No. 2 (22). Pp. 25-27.
6. Skorobogataya N. A. Successful introduction of soybeans and grain into a single organism in the Russian Federation. http://infotechno.ru/ros-soya/dok_skorobogataya.php, 2019.
7. Tolokonnikov V. V., Vronskaya L. V., Koshkarova T. S. The influence of sowing norms on the productivity of soybeans with different maturation periods under irrigation conditions. Journal irrigated agriculture. 2022. No. 3. Pp. 21-24.
8. Focsha I. Soy opportunities: the popularity of soybeans in the coming years will increase. Agrotechnics and technologies. 2017. <https://www.agroinvestor.ru/technologies/article/28927-soevye-vozmozhnosti>.
9. Timoshenko V. V. Prospects for the use of moisture-retaining copolymers in the cultivation of crops in arid zones. Materials of the VIII International Scientific and Practical Conference of Young Researchers dedicated to the 70th anniversary of the Volgograd State Agrarian University. Volgograd, 2014. Part I. 448 p.
10. Tseplyaev V. A., Magomedov A. M. Conditions for placing the ploughshare on the developed section of the planter when sowing soybean seeds. Proceedings of the Nizhnevolzhsky agrouniversity complex: Science and higher professional education. 2022. No. 2 (66). Pp. 430-443.
11. Yurkova R. E., Dokuchaeva L. M. The current state of soybean production in Russia. Ways to improve the efficiency of irrigated agriculture. 2019. № 2 (74). Pp. 8-13.
12. Rathore S. S., Shekhawat K., Class A., Premi O. P., Rathore B. S., Singh V. K. Deficit Irrigation Scheduling and Superabsorbent Polymer- Hydrogel Enhance Seed Yield, Water Productivity and Economics of Indian Mustard Under Semi-Arid Ecologies. Irrigation and Drainage. 2019. № 68 (3). Pp. 531-541.
13. Kabir M. H., Ahmed K., Furukawa H. A low cost sensor based agriculture monitoring system using polymeric hydrogel. Journal of the Electrochemical Society. 2017. № 164 (5). Pp. 3107-3112.

Информация об авторе

Цепляев Алексей Николаевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ведущий научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия» (ФГБНУ ВНИИОЗ) (Российская Федерация, 400002, г. Волгоград, ул. Тимирязева, д. 9), e-mail: can_volgau@mail.ru

Author's Information

Tseplyaev Aleksey Nikolaevich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Leading researcher, Federal State Budgetary Scientific Institution "All-Russian Scientific Research Institute of Irrigated Agriculture" (FGBNU VNIIOZ) (Russian Federation, 400002, Volgograd, Timiryazeva St., 9), e-mail: can_volgau@mail.ru

DOI: 10.32786/2071-9485-2024-03-44

PARAMETERS OF RATIONAL INFLUENCE OF MONOCHROMATIC RADIATION ON THE SOWING QUALITIES OF CUCUMBER SEEDS

¹Yudaev I. V., ²Stepanchuk G. V., ²Yudin A. A., ²Gulyaev P. V.

¹Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin
Krasnodar, Russian Federation

²Azov-Black Sea Engineering Institute of the "Don State Agrarian University"
Zernograd, Rostov region, Russian Federation

Corresponding author E-mail: etsh1965@mail.ru

Received 11.03.2024

Submitted 19.04.2024

Summary

The article presents the results of a study of the treatment of cucumber seeds of the Phoenix+ variety with monochromatic yellow-orange radiation with a wavelength of 590 nm. Analysis of the results obtained revealed the presence of a positive physiological reaction in the development of seeds, the growth of sprouts and roots of seedlings, which suggests the possibility of using this kind of stimulation of vegetable seeds before sowing. Planned studies on treating seeds with monochromatic yellow-orange radiation before sowing into the soil will reveal the effect of this treatment on their yield and crop structure.

Abstract

Introduction. The intensive development of vegetable growing is directly related to the availability of healthy seed material, which makes it possible to plan for obtaining a high-quality harvest in the quantity required by the consumer. To realize the possibility of unlocking the full biological potential of cultivated crops, a variety of stimulants are used today, among which are electrophysical methods and methods for activating the internal reserves of seeds before sowing them in the ground. Such impacts, environmentally