

ауыр жүк көліктерінің қозғалысына тыйым салу, дыбыс экрандары мен бөгеттерін қолдану, жолдарды жақсарту, жолдарды трассалау және т.б. Осы аталған іс-шараларды сақтау автокөлік шуын азайту бойынша маңызды мәселенің шешімін табуға мүмкіндік береді.

Әдебиеттер

1. Шумомер интегрирующий-виброметр ШИ-01В. Руководство по эксплуатации.- Москва, 2004.
2. ГОСТ 20444-85 Шум. Транспортные потоки. Методы измерения шумовой характеристики. –М.: Государственный комитет по делам строительства, 1985.
3. Шудың және өзге де жасанды акустикалық әсерлердің нормаларын бекіту туралы Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2011 жылғы 1 қарашадағы № 1270 Қаулысы.

Р.М. Касимова

МОНИТОРИНГ ШУМОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

В статье рассматриваются проблемы загрязнения городской среды от транспортного шума. Приводится сравнительный анализ данных измерения уровня шума с санитарными нормами.

Ключевые слова: транспортный шум, уровни звукового давления, шумомер, акустический дискомфорт, селитебная территория.

R.M. Kassimova

NOISE MONITORING IN URBAN ENVIRONMENT POLLUTION

This article discusses about problems of urban environment pollution from transport's noise. There is a comparative analysis with noise measurement with sanitary norms.

Key words: transport's noise, sound pressure levels, audio-noise meter, acoustic discomfort, residential area.

УДК 502/504 631.311.5

С.О. Нукешев¹, Н.Н. Романюк², С.К. Тойгамбаев³, Н.К. Теловов³

¹Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина,
г. Астана, Республика Казахстан;

²Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь;

³Российский государственный аграрный университет им. К.А. Тимирязева,
г. Москва, Российская Федерация

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ РАБОЧЕГО ОРГАНА ПЛОСКОРЕЗА-ГЛУБОКОРЫХЛИТЕЛЯ

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы разуплотнения плодородного слоя почвы и плужной подошвы без оборота пласта и повреждения стерни. Разработана оригинальная конструкция и обоснованы основные параметры рабочего органа двухступенчатого двухрядного глубокорыхлителя, использование которого позволит повысить качество рыхления, разрушить подпахотный уплотненный слой и снизить

энергоёмкость процесса обработки почвы. Проведенные полевые испытания позволили определить количество рабочих органов глубокорыхлителя для тракторов различного тягового класса.

Ключевые слова: разуплотнение почвы, плодородный слой, плужная подошва, оборот пласта, оригинальная конструкция, рабочий орган, двухступенчатый двухрядный глубокорыхлитель.

Введение

Изменение строения пахотного слоя, вызванное механической обработкой, обеспечивает наиболее благоприятные условия для протекания биологических, физико-химических, физических процессов в почве, а содержание в ней кислорода и влаги положительно влияет на реакцию почвенного раствора, усиливая активность микрофлоры [1]. Уплотнение почвы является серьезной проблемой, оно характеризуется разрушением структуры, изменением пористости, воздухопроницаемости, влажности и т.д. Переуплотнение приводит к потере плодородия почвы и, в конечном итоге, к нарушению экологии агроэколандшафтов [1, 2, 3].

У почв обычно разделяют три слоя: пахотный горизонт, плужная подошва и подпахотный горизонт (слой ниже плужной подошвы).

При систематической вспашке на одну и ту же глубину, в результате давления опорных плоскостей плужных корпусов, образуется плужная подошва, которая препятствует развитию корневой системы, ведет к нарушению водно-воздушного режима питания растений, что в конечном итоге способствует потере гумуса, а ухудшение физических свойств почвы приводит к эрозии.

Для разуплотнения плодородного слоя и плужной подошвы без оборота пласта и повреждения стерни используются глубокорыхлители.

Целью наших исследований явилась разработка конструкции и обоснование основных параметров рабочего органа глубокорыхлителя.

Основная часть

Проведенный патентный поиск показал, что известны рабочие органы для глубокой обработки почвы, включающие ножевые стойки с закрепленным на них лемехом [4].

Однако они имеют незначительную ширину захвата, а увеличение ширины захвата за счет увеличения количества рабочих органов увеличивает массу и энергоёмкость.

Известен рабочий орган для обработки почвы, включающий наклоненные относительно друг друга симметричные ножевые стойки и соединяющий их в нижней части лемех [5].

Недостатком этого рабочего органа является значительная энергоёмкость и низкое качество работы при рыхлении на большую глубину, так как происходит прессование почвы из-за того, что действие сил резания не доходит до свободной поверхности почвы.

Известен рабочий орган для обработки почвы, имеющий ступенчатые стойки, площадки которых имеют в продольном сечении клинообразную форму с переменным углом заострения, а стойки каждой последующей ступени выполнены с переменным углом наклона [6].

Недостатком этого рабочего органа является низкое качество рыхления из-за непроработки ее в верхней ступени, особенно в ее центральной части.

В Московском государственном университете природообустройства (теперь Российский государственный аграрный университет им. К.А. Тимирязева) разработан оригинальный глубокорыхлитель [7], предназначенный для рыхления почвы на глубину до 0,6м, использование которого позволит повысить качество рыхления почвы, разрушить подпахотный уплотненный слой и снизить энергоёмкость процесса обработки.

При безотвальной технологии взамен зяблевой и весенней вспашек, глубокое рыхление почвы на склонах и паровых полях применяют для послеуборочного рыхления и предпосевной обработки стерневых и мульчированных агрофонов, заплывших почв, а также

для обработки залежных земель и кормовых угодий, виноградников и садов. Предлагается применять глубокорыхлитель с лемехами (рисунок 1) с периодичностью обработки почвы один раз в 3-4 года.

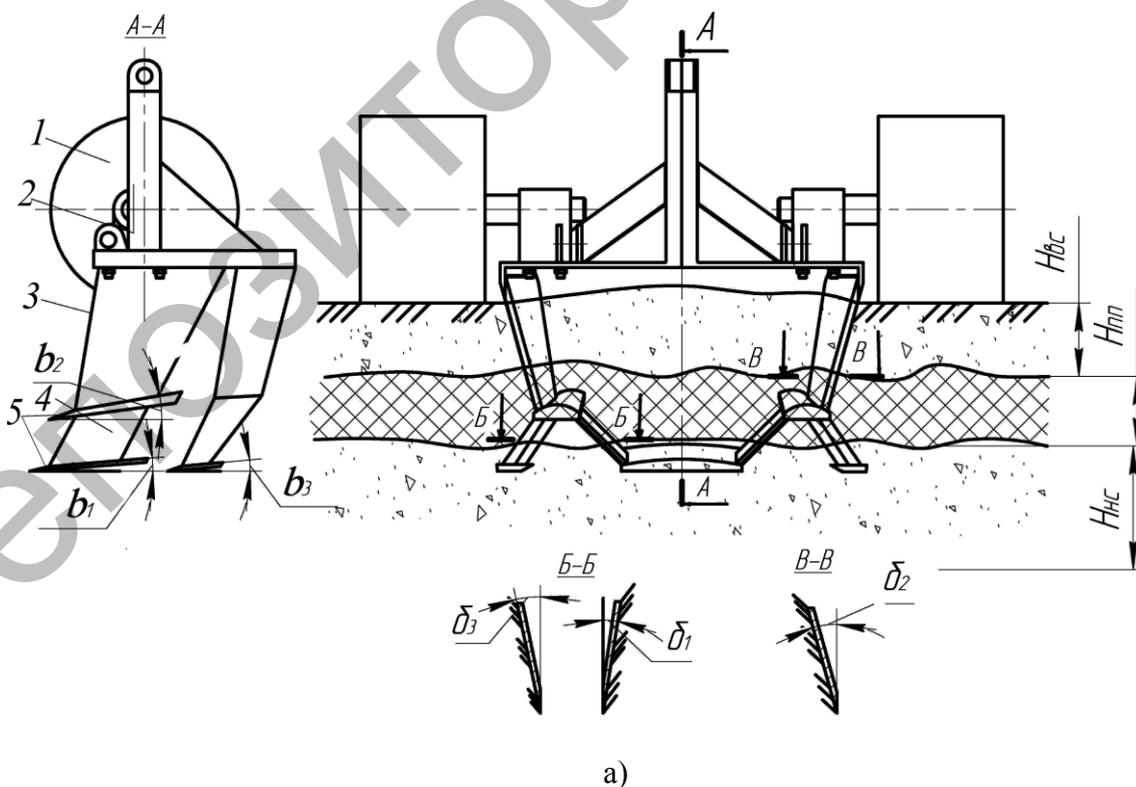
Выбор времени для глубокой обработки уплотнённых почв определяется ротацией культур. Вместе с тем лучше, чтобы глубокая обработка проводилась осенью после уборки урожая и до наступления сезона дождей для аккумуляции влаги.

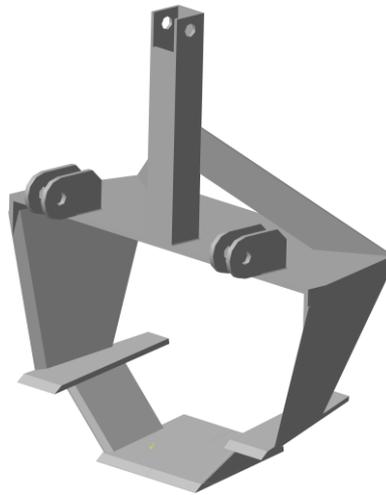
При обработке почвы можно использовать один, два или три рабочих органа. К основным параметрам предлагаемого двухступенчатого двухрядного глубокорыхлителя можно отнести: углы резания лемеха нижней b_1 и верхней b_2 ступеней; b_3 - углы резания лемеха второго ряда стойки; δ_1 - углы резания нижних боковых стоек; δ_2 - углы резания верхних боковых стоек; δ_3 - углы резания нижних боковых стоек второго ряда стойки; ширина лемехов нижней и верхних ступеней (c_1 и c_2); углы разворота стоек относительно оси продольного движения (β_1 и β_2).

Влияние перечисленных параметров на тяговое усилие и процесс рыхления почвы практически не изучено.

Проведение исследований “классическим способом” – изменение одного фактора при постоянстве остальных требует большого числа опытов, что занимает много времени и малоэффективно. Использование моделирования для исследований значительно сокращает сроки испытаний и существенно снижает материальные затраты. Моделирование заключается в исследовании моделируемого объекта на специально сформированной модели, которая подобна оригиналу [8].

Исследования проводились по схеме полного многофакторного эксперимента. В качестве переменных факторов были приняты глубина рыхления, влажность, твердость почво-грунта (характеризует его плотность) и углы установки рабочего органа. В качестве параметров оптимизации были приняты два показателя: тяговое сопротивление движению рабочего органа рыхлителя F_c и качество рыхления $K_{рх}$, которое оценивалось на первом этапе величиной вспученности пласта разрыхляемого грунта по центральной продольной оси.





б)

Рисунок 1 – Схема расположения слоев почвы в разрезе: а) вид спереди и сбоку в разрезе двухступенчатого двух рядного объемного глубокорыхлителя:

Нвс – обрабатываемый слой почвы, Нпп - высота уплотненного слоя почвы «плужная подошва», Ннс – подпахотный горизонт; 1- опорное колесо, 2 - рама, 3 - боковая стойка, 4- нижняя боковая стойка, 5- лемеха;

б) общий вид двухступенчатого объемного рыхлителя

При этом приняты углы резания наклонных стоек δ относительно оси продольного движения:

- для нижней ступени: 1) $\delta_1 = 10^0$; 2) $\delta_1 = 25^0$; и 3) $\delta_1 = 20^0$;
- для верхней ступени: 1) $\delta_2 = 10^0$; 2) $\delta_2 = 20^0$ и 3) $\delta_2 = 15^0$.
- $\delta_3 = 100$ для всех моделей.

Углы резания лемехов:

- для нижней ступени: 1) $b_1=30^0$; 2) $b_1=40^0$; 3) $b_1=45^0$;
- для верхней ступени: 1) $b_2=25^0$; 2) $b_2=30^0$; 3) $b_2=35^0$;
- $b_3 = 30^0$ для всех моделей.

Предположим, что в рассматриваемой сложной системе существует функциональная связь между параметрами рабочих органов или их моделей и действующими силами. Тогда в общем виде математическое описание процесса представляется зависимостью [9]:

$$Y = f(X_1, X_2, X_3, \dots, X_n), \quad (1)$$

где Y – зависимая переменная (функция) отклика;

$X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ – независимые переменные.

Полным факторным экспериментом (ПФЭ) называют такой эксперимент, в котором реализуются все возможные, комбинации уровней всех факторов. Примем следующие обозначения:

X_i^-, X_i^+ и X_{i0} – соответственно нижний, верхний и базовый уровни; ΔX_i – интервал варьирования.

При планировании эксперимента проводим преобразование размерных управляемых независимых факторов X в безразмерные, нормированные [9]:

$$Z_i = (X_i - X_{i0})/\Delta X_i. \quad (2)$$

В этом случае в относительных единицах $Z_i^+ = +1$, $Z_i^- = -1$ независимо от физической природы факторов, значений базовых уровней X_{i0} и интервалов варьирования факторов ΔX_i .

В матрицах обычно ставят знак «+» или «-», опуская единицу. Так как изменения выходной величины (отклика) носят случайный характер, то в каждой точке приходится проводить Z параллельных опытов и по результатам наблюдений $Y_{i1}, Y_{i2}, Y_{i3}, \dots, Y_{iz}$ находить среднее значение Y_{icp} (обычно $Z \geq 3$). Матрица планирования полного трехфакторного эксперимента представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Матрица планирования полного трехфакторного эксперимента

| № | X_0 | X_1 , глубина | X_2 , влажность | X_3 , твердость | $X_1 X_2$ | $X_1 X_3$ | $X_2 X_3$ | $X_1 X_2 X_3$ | Y |
|---|-------|--------------------|----------------------|----------------------|-----------|-----------|-----------|---------------|--------------------------|
| 1 | + | - | - | - | + | + | + | - | $Y_{11}; Y_{12}; Y_{13}$ |
| 2 | + | + | - | - | - | - | + | + | $Y_{21}; Y_{22}; Y_{23}$ |
| 3 | + | - | + | - | - | + | - | + | $Y_{31}; Y_{32}; Y_{33}$ |
| 4 | + | + | + | - | + | - | - | - | $Y_{41}; Y_{42}; Y_{43}$ |
| 5 | + | - | - | + | + | - | - | + | $Y_{51}; Y_{52}; Y_{53}$ |
| 6 | + | + | - | + | - | + | - | - | $Y_{61}; Y_{62}; Y_{63}$ |
| 7 | + | - | + | + | - | - | + | - | $Y_{71}; Y_{72}; Y_{73}$ |
| 8 | + | + | + | + | + | + | + | + | $Y_{81}; Y_{82}; Y_{83}$ |

С целью исключения систематических ошибок, вызываемых неконтролируемыми переменными, опыты рандомизируют во времени с помощью таблицы случайных чисел (вводится случайность в последовательность их выполнения). На следующем этапе осуществляется проверка воспроизводимости опытов (проверка гипотезы об однородности дисперсии параллельных опытов).

Оценка дисперсии [9]:

$$S_i^2 = \frac{1}{Z-1} \sum_{n=1}^Z (Y_{in} - Y_i)^2, \quad (3)$$

Для проверки гипотезы об однородности дисперсий воспользуемся критерием Кохрена [9]:

$$G = \frac{S_{i_{\max}}^2}{\sum_{i=1}^L S^2\{Y\}}. \quad (4)$$

Если вычисленное значение критерия окажется меньше критического, то гипотеза принимается, а если больше, то гипотеза отвергается [9]. В нашем случае в качестве переменных факторов будут: X_1 – глубина рыхления (мм); X_2 – влажность грунта (%); X_3 – твердость грунта. Для нахождения твердости грунта использовался ударник ДорНИИ. Твердость определяется количеством ударов C_{y0} , необходимых для погружения в грунт на глубину 0,1 м плоского цилиндрического наконечника.

Значения уровней факторов представлены в таблице 2, а результаты опытов – в таблице 3.

Таблица 2 – Основные характеристики плана эксперимента

| Факторы | X_1 , глубина, (мм) | X_2 , влажность, (%), | X_3, C_{y0} |
|---------|-----------------------|-------------------------|---------------|
| Базовый | 60 | 17 | 7 |
| Верхний | 80 | 20 | 10 |
| Нижний | 40 | 12 | 4 |

Таблица 3 – Результаты опытов двухступенчатого двухрядного глубокорыхлителя

| № опытов | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | Итого |
|----------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| 1-я модель | | | | | | | | | |
| Y, Н | 90 | 108 | 106 | 143 | 104 | 118 | 104 | 175 | 946 |
| S^2_{i, H^2} | 51 | 55 | 53 | 71 | 50 | 69 | 51 | 52 | 452 |
| 2-я модель | | | | | | | | | |
| Y, Н | 95 | 104 | 106 | 133 | 104 | 120 | 104 | 168 | 934 |
| S^2_{i, H^2} | 52 | 55 | 52 | 70 | 55 | 68 | 55 | 46 | 453 |
| 3-я модель | | | | | | | | | |
| Y, Н | 99 | 108 | 110 | 138 | 105 | 122 | 107 | 170 | 959 |
| S^2_{i, H^2} | 54 | 57 | 59 | 72 | 56 | 69 | 56 | 48 | 471 |

Величины Y_{icp} и S^2_y найдем из трех параллельных опытов [9].

Критерий Кохрена определим по зависимости (9):

$$G = \frac{S^2_{i_{max}}}{\sum_{i=1}^L S^2\{Y\}} = 0,1599.$$

Табличное значение критерия Кохрена [9] для $f_1=2$, $f_2=8$ и при уровне значимости 5% $G_{1-p} = 0,5157$; то есть $G < G_{1-p}$. Следовательно, гипотезу об однородности дисперсии принимаем.

Коэффициенты уравнения регрессии [9]:

$$b_0 = \frac{1}{L} \sum_{i=1}^L X_0 Y_i; \quad (5)$$

- 1) $b_0 = (90+108+106+143+104+118+104+175)/8 = 118,5$;
- 2) $b_0 = (95+104+106+133+104+120+104+168)/8=116,75$;
- 3) $b_0 = (99+108+110+138+105+122+107+170)/8=119,875$;

$$b_i = \frac{1}{L} \sum_{i=1}^L X_{i\delta} Y_{icp}, (i = 1, 2, \dots, m), \quad (6)$$

- 1) $b_1 = (-90+108-106+143-104+118-104+175)/8 = 17,5$;
- 2) $b_1 = (-95+104-106+133-104+120-104+168)/8 = 13,5$;
- 3) $b_1 = (-99+108-110+138-105+122-107+170)/8= 14,63$, аналогично для b_2 и b_3 ;

$$b_{ij} = \sum_{i=1}^L Z_{i\delta} Z_{j\delta} Y_{icp} (i, j = 1, 2, \dots, m, i \neq j), \quad (7)$$

- 1) $b_{12} = (90-108-106+143+104-118-104+175)/8 = 9,5$;
- 2) $b_{12} = (95-104-106+133+104-120-104+168)/8 = 8,25$;
- 3) $b_{12} = (99-108-110+138+105-122-107+170)/8 = 8,13$, аналогично и для b_{23} b_{33} .

Подставляя эти коэффициенты в уравнение регрессии, получим:

- 1) $Y = 118,5 + 17,5X_1 + 13,5X_2 + 6,75X_3 + 9,5X_1X_2 + 0,75X_2X_3 + 3,75X_1X_3 + 4,75X_1X_2X_3$, (8)
- 2) $Y = 116,75 + 17,5X_1 + 11,0X_2 + 7,25X_3 + 8,25X_1X_2 + 1,0X_2X_3 + 5,5X_1X_3 + 3,75X_1X_2X_3$,
- 3) $Y = 119,88 + 13,5X_1 + 11,38X_2 + 14,63X_3 + 8,13X_1X_2 + 1,13X_2X_3 + 5,4X_1X_3 + 3,38X_1X_2X_3$.

Оценка значимости коэффициентов регрессии проводится с помощью критерия Стьюдента [9]:

$$t_{\delta} = \frac{|b_{\delta}|}{S\{b_{\delta}\}}, \quad (9)$$

где $S^2_{\{b_{\delta}\}} = \frac{1}{LZ} S^2_{ocn}\{Y\}$ - дисперсия оценки коэффициента b_{δ} ,

$$S_{\text{очн}}^2\{Y\} = \frac{1}{L} \sum_{i=1}^L S_i^2\{Y\}. \quad (10)$$

Если найденная величина t_{δ} превышает значение $t_{1-p/2}$, определенное по таблице (квантили распределения Стьюдента $t_{1-p/2}$) для числа степеней свободы $f = L(Z-1) = 8 \times 2 = 16$ при заданном уровне значимости (обычно 5%), то коэффициент признается значимым. Те коэффициенты, которые являются незначимыми, в дальнейшем исключаются.

В нашем случае средневзвешенная дисперсия воспроизводимости равна:

$$1) S_{\text{очн}}^2\{Y\} = \frac{452}{8} = 56,5; \quad 2) S_{\text{очн}}^2\{Y\} = \frac{453}{8} = 56,625; \quad 3) S_{\text{очн}}^2\{Y\} = \frac{471}{8} = 58,875,$$

с числом степеней свободы $f = L(Z-1) = 8(3-1) = 16$,

$$1) S_{\text{очн}}^2\{Y\} = \frac{1}{8 \times 3} * 56,5 = 2,36; \quad 2) S_{\text{очн}}^2\{Y\} = \frac{1}{8 \times 3} * 56,625 = 2,359;$$

$$3) S_{\text{очн}}^2\{Y\} = \frac{1}{8 \times 3} * 58,875 = 2,45.$$

$$1) S\{b_{\delta}\} = 1,18; \quad 2) S\{b_{\delta}\} = 1,179; \quad 3) S\{b_{\delta}\} = 1,225.$$

По таблице квантилей распределения Стьюдента $t_{1-p/2}$ [9] для $f=16$, $p=5\%$, $t_{1-p/2}=2,12$; далее получаем:

$$1) |b_i| \geq 2,12 * 1,18 = 2,50; \quad 2) |b_i| \geq 2,12 * 1,179 = 2,499; \quad 3) |b_i| \geq 2,12 * 1,225 = 2,597.$$

Так как $b_i < 2,597$ то все коэффициенты признаются незначимыми. Таким образом, уравнение регрессии примет вид:

$$1) Y = 118,5 + 17,5 X_1 + 13,5 X_2 + 6,75 X_3 + 9,5 X_1 X_2 + 3,75 X_1 X_3 + 4,75 X_1 X_2 X_3; \quad (11)$$

$$2) Y = 116,75 + 17,5 X_1 + 11,0 X_2 + 7,25 X_3 + 8,25 X_1 X_2 + 5,5 X_1 X_3 + 3,75 X_1 X_2 X_3;$$

$$3) Y = 119,88 + 13,5 X_1 + 11,38 X_2 + 14,63 X_3 + 8,13 X_1 X_2 + 5,4 X_1 X_3 + 3,38 X_1 X_2 X_3.$$

Проверка гипотезы об адекватности результатов эксперимента полученному уравнению регрессии осуществляется по F- критерию Фишера в следующем порядке: рассчитываем выход Y_i^1 для каждого варианта опыта по уравнению регрессии, из которого исключены незначимые члены; находим разность $Y_i^1 - Y_{\text{ср}}$, где $Y_{\text{ср}}$ - среднее значение из параллельных опытов; вычисляем дисперсию адекватности [9]:

$$S_{\text{адек}}^2 = \frac{Z}{L-d} \sum_{i=1}^L (Y_i - Y_i^1)^2, \quad (12)$$

где d - число членов аппроксимирующего полинома.

Рассчитываем критерий Фишера по формуле [9]:

$$F = \frac{S_{\text{адек}}^2}{S_{\text{очн}}^2\{Y\}} \quad (13)$$

и сравним полученное значение с табличным значением [9].

Если вычисленный критерий меньше табличного для соответствующих степеней свободы [9]:

$$f_1 = L-d, \quad (14)$$

$$f_2 = L(Z-1) \quad (15)$$

при заданном уровне значимости p (обычно 5%), то уравнение адекватно описывает процесс.

Для нашего случая промежуточные расчеты проверки на адекватность сведены в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты промежуточных расчетов

| Номер опыта | Y _i , Н | Ŷ, Н | (Y _i - Ŷ) ² , Н ² |
|-------------|--------------------|------|--|
| 1-я модель | | | |
| 1 | 90 | 89 | 1 |
| 2 | 108 | 115 | 9 |
| 3 | 106 | 99 | 49 |
| 4 | 143 | 144 | 1 |
| 5 | 104 | 105 | 1 |
| 6 | 118 | 111 | 49 |
| 7 | 104 | 111 | 49 |
| 8 | 175 | 174 | 1 |
| | | | Σ160 |
| 2-я модель | | | |
| 1 | 95 | 91 | 16 |
| 2 | 104 | 117 | 169 |
| 3 | 106 | 85 | 441 |
| 4 | 133 | 119 | 196 |
| 5 | 104 | 96 | 64 |
| 6 | 130 | 113 | 289 |
| 7 | 104 | 111 | 49 |
| 8 | 168 | 170 | 4 |
| | | | Σ1228 |
| 3-я модель | | | |
| 1 | 99 | 90 | 81 |
| 2 | 108 | 107 | 1 |
| 3 | 110 | 93 | 49 |
| 4 | 138 | 129 | 81 |
| 5 | 105 | 115 | 100 |
| 6 | 122 | 119 | 9 |
| 7 | 107 | 125 | 324 |
| 8 | 170 | 176 | 36 |
| | | | Σ681 |

$$1) \sum (Y_i - \hat{Y})^2 = 160, S^2 = \frac{Z}{L-d} \sum_{i=1}^L (Y_{icc} - Y_i^1)^2 = \frac{3}{8-4} 160 = 120, F = \frac{S^2}{S_{очн}^2\{Y\}} = \frac{120}{56,5} = 2,12$$

$$2) \sum (Y_i - \hat{Y})^2 = 1228, S^2 = \frac{Z}{L-d} \sum_{i=1}^L (Y_{icc} - Y_i^1)^2 = \frac{3}{8-4} 1228 = 921, F = \frac{S^2}{S_{очн}^2\{Y\}} = \frac{921}{56,625} = 16,3$$

$$3) \sum (Y_i - \hat{Y})^2 = 681, S^2 = \frac{Z}{L-d} \sum_{i=1}^L (Y_{icc} - Y_i^1)^2 = \frac{3}{8-4} 681 = 510, F = \frac{S^2}{S_{очн}^2\{Y\}} = \frac{510}{58,9} = 8,66$$

Табличное значение критерия Фишера для $f_2 = L(Z-1) = 16$, и $f_1 = 1$ при $p = 0,05$; $F_{1-p} = 4,5 \geq 2,12$.

Таким образом, первое уравнение адекватно описывает процесс. Второе и третье уравнения не адекватно описывают процесс. По результатам, полученным в ходе экспериментальных исследований, можно определить полное сопротивление движения рабочего органа при рыхлении, используя рабочую методику приближенного физического моделирования процессов рыхления грунта без изменения его свойств [8], для рабочего органа в натуральную величину.

Используя максимальные тяговые сопротивления для физической модели, рассчитываем сопротивление рабочих органов натуральных образцов F_{CH} по формуле [8]:

$$F_{CH} = F_{CM} \cdot z \cdot i^n = 175 \times 3 \times 3^3 = 14175 \text{ Н}, \quad (16)$$

где F_{CM} – тяговое сопротивление одного модуля модели, полученное экспериментальным путем, $F_{CM} = 175Н$;

z - количество рабочих органов, $z = 3$;

i – торировочный коэффициент рабочего органа модели, $i = 3$;

n – масштабный коэффициент перехода от модели к натурному образцу, $n = 3$.

Полное сопротивление F_f движению базового трактора ДТ-75 при рыхлении глубокорыхлителем определяем по формуле [9]:

$$F_f = mgf_T + F_{CH}, \quad (17)$$

где m – масса базовой машины с рабочим органом, ($m = 6500кг$);

g – ускорение свободного падения, $м/с^2$,

f_T – коэффициент сопротивления движению (для суглинка $f_T = (0,10...0,12)$ [10]).

$$P_f = mgf_T + F_H = 6500 \cdot 9,81 \cdot 0,12 + 14175 = 21827 Н \approx 22кН.$$

Так как максимальное тяговое сопротивление ДТ-75 – 30кН, то пробуксовывания нет, и тяговые сопротивления преодолеваются базовым трактором с большим запасом.

После оптимизации модели были определены значения углов крошения. Анализ двумерных сечений полученных усилий для рабочих органов с различными углами установки режущих элементов позволил определить рациональную форму и параметры рабочего органа, которые приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Основные параметры рабочего органа двухступенчатого двухрядного глубокорыхлителя

| Наименование параметра | Значения параметров | |
|--|---------------------|---------------------|
| | для нижней ступени | для верхней ступени |
| Угол резания лемеха, град | $b_1 = 30...35$ | $b_2 = 20...25$ |
| Углы резания стоек, град | $\delta_1 = 10$ | $\delta_2 = 10$ |
| Углы разворота стоек относительно оси продольного движения, град | $\beta_1 = 5$ | $\beta_2 = 3$ |
| Ширина лемеха, м | $c_1 = 0,2$ | $c_2 = 0,10$ |

Проведенные полевые испытания показали:

1. по основным технико-эксплуатационным параметрам глубокорыхлители удовлетворительно агрегируются с основными отечественными пахотными тракторами:

- одномодульный глубокорыхлитель (типа ГР-0,5.1) - с тракторами тяговых классов 1,4 (МТЗ-82, Беларусь-921, Т-70В и Т-70С);

- двухмодульный глубокорыхлитель (типа ГР-0,5.2) с тракторами тяговых классов 3-5, (гусеничные: ДТ-75 ДЭС4, Т-150, Т-250, Беларусь-2103; колесные: Беларусь-2103, 2022, 2522, 2822, 3022, 3023);

- трехмодульный глубокорыхлитель (типа ГР-05.3) – с тракторами тягового класса 7-10, (К-702, К-745, Т-170).

2. Однообразие качественных и энергетических показателей фронтальных глубокорыхлителей обеспечивается на различных типах почв, в условиях умеренного и недостаточного увлажнения.

3. Двухступенчатый двухрядный объёмный глубокорыхлитель рекомендуется использовать при агрегатировании с тракторами класса 3...10 для разрушения в основном «плужной подошвы».

4. В зависимости от тягового класса трактора навесное рабочее оборудование может включать один или три рабочих органа (модуля), расположенных в шахматном порядке (два спереди, один сзади).

Заключение

Разработана оригинальная конструкция и обоснованы основные параметры рабочего органа двухступенчатого двухрядного глубокорыхлителя, использование которого позволит повысить качество рыхления, разрушить подпахотный уплотненный слой и снизить энергоемкость процесса обработки почвы.

Литература

1. Кушнарев, А.С. Механико-технологические основы обработки почвы / А.С. Кушнарев, В.И. Кочев. – Киев : Урожай, 1989. – 144 с.
2. Романюк, Н.Н. Снижение уплотняющего воздействия на почву вертикальными вибродинамическими нагрузками пневмоколесных движителей : дис. ... канд. техн. наук: 05.20.03, 05.20.01 / Н.Н. Романюк. – Минск: 2008. – 206л.
3. Орда, А.Н. Эколого-энергетические основы формирования машинно-тракторных агрегатов : дис. ... д-ра техн. наук : 05.20.03 / А.Н. Орда. – Минск, 1997. – 269 л.
4. Авторское свидетельство SU 376040, А 01 В 39/16, 05.04.73.
5. Авторское свидетельство SU 704488, А 01 В 13/16, 25.12.79.
6. Авторское свидетельство SU 810102, А 01 В 13/16, 07.03.81.
7. Глубококорыхлитель: патент № 2150183 РФ, МКИ А01В13/08, А01В13/16/ Н.К. Теловов, Ю.Г. Ревин, В.С. Казаков /; заяв. 30.04.1999; опубл. 10.06.2000.
8. Баловнев, В.И. Моделирование процессов взаимодействия со средой рабочих органов дорожно-строительных машин / В.И. Баловнев. – М. : Машиностроение, 1994. – 432 с.
9. Практикум по мелиоративным машинам / Ю.Г. Ревин [и др.]. – М.: Колос, 1995. – 204с.
10. Эксплуатация машинно-тракторного парка: учеб. пособие для с.-х. вузов / А.П. Ляхов [и др.]; под ред. Ю.В. Будько. Минск: Ураджай, 1991. – 336с.

УДК 631.15:33

И.А. Оганезов, А.В. Лукашевич

УО Белорусский государственный аграрный технический университет

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БУРОГО УГЛЯ НА СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЯХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Бурые угли являются одним из основных энергоносителей, используемых в мире для производства тепловой и электрической энергии. С помощью этого вида топлива вырабатывается примерно 40 % всей электроэнергии. В Беларуси бурый уголь в энергетике не используется, хотя к настоящему времени на ее территории с различной степенью детальности разведано четыре месторождения. Наиболее ценным из них и по качеству угля и по запасам является Лельчицкое месторождение.

В последние десятилетия в мировой экономике наблюдается устойчивая тенденция роста цен на энергоносители. В Беларуси, по данным [1], за последние семь лет стоимость 1 т у.т. увеличилась с \$ 75 до \$ 210, то есть практически в три раза.

Учитывая тот факт, что большую часть энергоносителей Беларусь закупает за рубежом, развитие своей ресурсной базы является насущной задачей народного хозяйства