

РАЗДЕЛ 3. СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ

УДК 631.354.3

Шабанов Н. П., Овчаренко Ф. А.

ОБОСНОВАНИЕ ПРОФИЛЯ ГРЕБЕНОК БИТЕРА-ОТРАЖАТЕЛЯ ДВУХБАРАБАННОГО ОЧЕСЫВАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА

У статті пропонується рішення задачі по визначенню подовжнього профілю гребінок бітера-відбивача двохбарабанного обчисуючого пристрою, призначеного для збирання зернового сорго обмолотом на корені.

Ключові слова: зернове сорго, обмолот на корені, бітер, відбивач, гребінки.

В статье предлагается решение задачи по определению продольного профиля гребенок битера-отражателя двухбарабанного очесывающего устройства, предназначенного для уборки зернового сорго обмолотом на корню.

Ключевые слова: зерновое сорго, обмолот на корню, битер, отражатель, гребенки.

In the article solution of task is offered on determination of longitudinal type of combs of beater-reflector of twodrum combing out device, intended for cleaning up of corn sorghum of threshing on root.

Key words: corn sorghum, threshing on to cornu, biter, reflector, combs.

Постановка проблемы. Будущей альтернативой комбайновых жаток являются очесывающие устройства. Для Украины рекомендуется использовать двухбарабанные очесывающие устройства, у которых передний барабан (битер-отражатель) играет важную роль в технологической схеме. За счет него предотвращаются потери зерна осypью, особенно это заметно при уборке зерновых культур в сложных условиях, когда соцветия расположены неравномерно по высоте, наблюдается высокая полеглость и влажность стеблестоя или поле засорено сорными растениями [1]. При этом битер-отражатель, работая в паре с очесывающим барабаном, должен обеспечивать целенаправленную подачу очесанного вороха на рабочую часть шнека, расположенного после барабанов.

Анализ публикаций показал, что ученые при разработке очесывающих устройств должно-го внимания обоснованию профиля гребенки битера-отражателя не уделяли, поэтому проблема остается до конца не решенной [2–5].

Целью статьи является определение продольного профиля гребенки битера-отражателя, обеспечивающего рациональное направление полета частиц вороха, с учетом конструктивно-технологических параметров устройства для очеса зернового сорго на корню.

Изложение основного материала. Для выполнения перечисленных функций битер-отражатель должен иметь определенный диаметр R_{06} [2; 5] и правильное расположение относительно очесывающего барабана, фиксирующегося углом α_6 наклона к горизонту прямой, проходящей через оси барабанов и зазором между барабанами Δ_r (рис. 1).

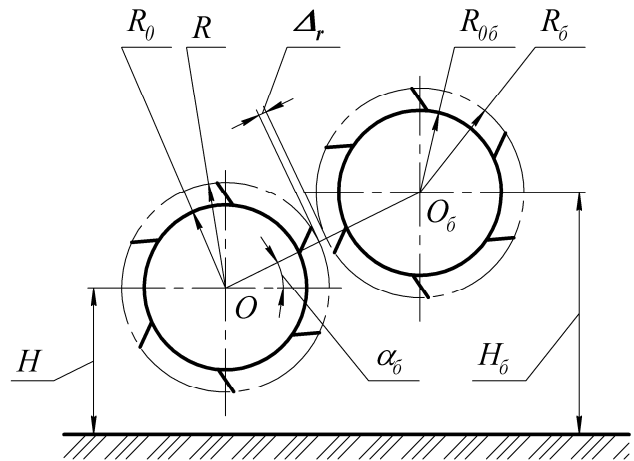


Рис. 1. Взаимное положение барабанов.

В работе [2] обоснован угол наклона к горизонту прямой, проходящей через оси барабанов, и рекомендуется принимать этот угол из диапазона 22–28 град. Поэтому для дальнейших исследований принимаем $\alpha_6 = 25$ град.

Тогда высота установки битера-отражателя будет равна:

$$H_6 = H + (R + \Delta_r + R_6) \sin \alpha_6. \quad (1)$$

После подстановки в формулу (1) численных значений, полученных при обосновании параметров очесывающего барабана, и учитывая, что $R = R_6 = 0,35$ м, получили $H_6 = 1,409$ м.

Продольный профиль гребенки битера-отражателя также должен обеспечить рациональное направление полета частиц (по касательной к окружности очесывающего барабана радиуса R_0).

Для определения продольного профиля гребенки (рис. 2) был разработан алгоритм графоаналитического метода.

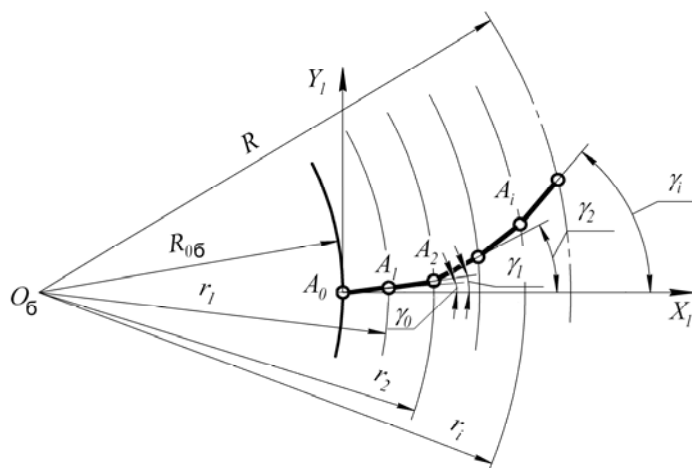


Рис. 2. Построение продольного профиля гребенки битера-отражателя.

Алгоритм графоаналитического метода:

- 1) проводим i вспомогательных окружностей, радиусы которых находятся в диапазоне $R_{0б} \leq r_i \leq R$;
- 2) из точки A_0 , которая находится на внутренней поверхности барабана на расстоянии R_0 от оси вращения барабана $O_б$, проводим вспомогательную прямую под углом γ_0 , величину которого определяем с помощью разработанной программы; пересечение этой прямой с окружностью радиуса r_1 дает точку A_1 ;
- 3) из точки A_1 проводим вспомогательную прямую под углом γ_1 ; пересечение этой прямой с окружностью радиуса r_2 дает точку A_2 ;
- 4) повторяем процедуру i раз;
- 5) введя прямоугольную систему координат $X_1A_0Y_1$, ось A_0X_1 которой совпадает с осью OX , графическим методом в системе трехмерного моделирования КОМПАС-3D V12 определяем координаты точек A_i , которые заносим в табл. 1;

Таблица 1.

Параметры продольного профиля гребенки битера-отражателя.

i	r_i , м	γ_i , град.	x_i , мм	y_i , мм
0	0,200	3,0585	0,0000	0,0000
1	0,205	4,7923	4,9997	0,3432
2	0,210	6,5595	9,9978	0,8387
3	0,215	8,3576	14,9948	1,4934
4	0,220	10,1837	19,9879	2,3083
5	0,225	12,0347	24,9760	3,2877
6	0,230	13,9068	29,9572	4,4349
7	0,235	15,7962	34,9296	5,7534
8	0,240	17,6985	39,8906	7,2463
9	0,245	20,2015	44,839	8,6500
10	0,250	25,5009	49,7577	11,0033
11	0,255	29,8171	54,6386	13,5720
12	0,260	33,0530	59,4735	16,5387
13	0,265	35,1816	64,2598	19,7930
14	0,270	36,2144	69,0005	23,2107
15	0,275	36,1750	73,7043	26,6639
16	0,280	35,0833	78,3850	30,0295
17	0,285	32,9508	83,0601	33,1957
18	0,290	29,7867	87,7488	36,0646
19	0,295	25,6153	92,4699	38,5531
20	0,300	20,5025	98,0519	40,8881
21	0,305	17,9993	102,0594	42,2506
22	0,310	16,1461	106,8991	43,7369
23	0,315	14,3163	111,7604	45,0604
24	0,320	12,5126	116,6437	46,2249
25	0,325	10,7376	121,5493	47,2339
26	0,330	8,9936	126,4771	48,0907
27	0,335	7,2828	131,4268	48,7982
28	0,340	5,6071	136,3980	49,3595
29	0,345	3,9681	141,3901	49,7773
30	0,350	2,3674	146,4023	50,0544

б) с помощью программы аппроксимируем продольный профиль гребенки двумя полиномами третьей степени и визуально контролируем точность аппроксимации (рис. 3).

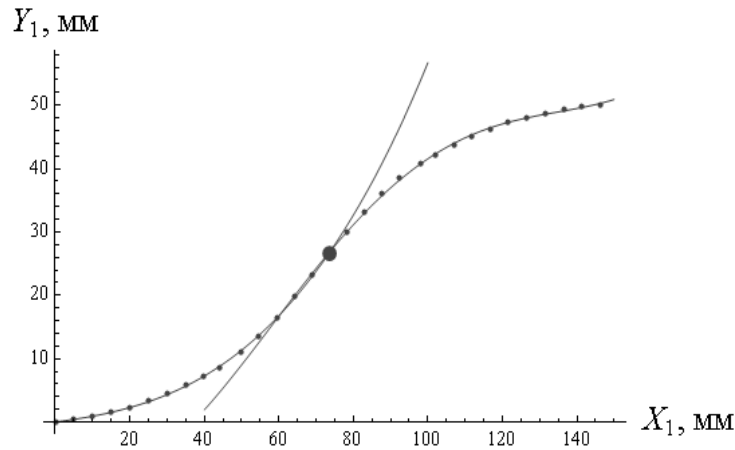


Рис. 3. Аппроксимация продольного профиля гребенки битера-отражателя двумя полиномами третьей степени.

При увеличении числа итераций i повышается точность построения продольного профиля гребенки.

В данном случае полученная форма гребенки не позволяет ее аппроксимировать с приемлемой точностью полиномом третьей степени. Поэтому для описания формы пришлось применить кусочную функцию, состоящую из двух полиномов третьей и четвертой степени.

Таким образом, получили уравнения, которые описывают продольный профиль гребенки битера-отражателя:

$$\begin{cases} y_2 = 7,74 \cdot 10^{-2} x_2 + 1,08 \cdot 10^{-3} x_2^2 + 3,82 \cdot 10^{-5} x_2^3; \\ 0 \leq x_2 \leq 78,39, \text{ мм;} \\ y_2 = -0,91 x_2 + 3,40 \cdot 10^{-2} x_2^2 - 2,80 \cdot 10^{-4} x_2^3 + 7,25 \cdot 10^{-7} x_2^4; \\ 78,39 \leq x_2 \leq 146,40, \text{ мм.} \end{cases} \quad (2)$$

Теперь, когда определены параметры устройства, обеспечивающие рациональное направление частиц вороха (по касательной к внутренней поверхности очесывающего барабана, проведенной из точки соударения частицы с гребенкой), можно представить все результаты теоретических исследований, проведенных по двухбарабанному устройству, в виде рис. 4.

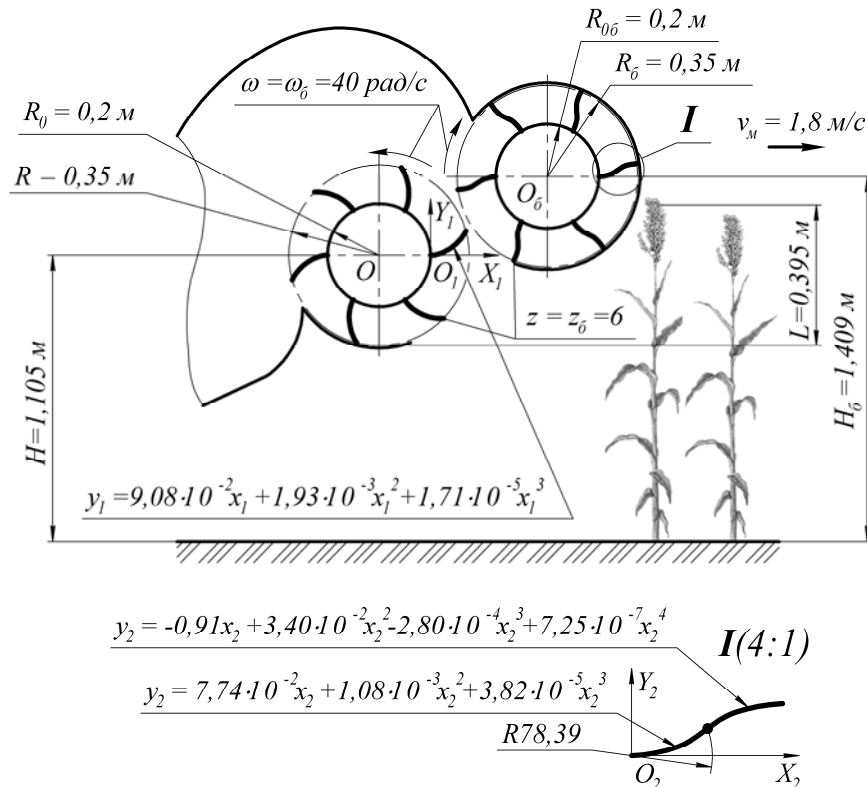


Рис. 4. Теоретически обоснованные параметры устройства для уборки зернового сорго очесом на корню.

Выводы. В результате проведенных теоретических исследований по обоснованию продольного профиля гребенки битера-отражателя получено уравнение, которое обеспечивает рациональное направление полета частиц очесанного вороха с учетом конструктивно-технологических параметров двухбарабанного устройства для уборки зернового сорго обмолотом на корню.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шабанов П. А. Сравнительный анализ одно- и двухбарабанных очесывающих устройств на уборке зерновых культур / П. А. Шабанов, Н. П. Шабанов // Научные труды Украинского центра испытаний техники (УКРЦИТ). – Дослідницьке, 2004. – 173 с.
2. Голубев И. К. Обоснование основных параметров и режимов работы двухбарабанного устройства для очесывания риса на корню : дис. ... канд. техн. наук : спец. 05.20.01 / И. К. Голубев. – М., 1989. – 201 с.
3. Машков А. М. Обоснование параметров битера-отражателя очесывающего устройства для обмолота зерновых культур на корню : дис. ... канд. техн. наук : спец. 05.20.01 / А. М. Машков. – Симферополь, 2002. – 159 с.
4. Определение основных параметров и режимов работы очесывающих устройств для риса : отчет по НИР / МИМСХ ; рук. П. А. Шабанов. – № ГР 77074613. – Мелитополь, 1977. – 65 с.
5. Шабанов П. А. Механико-технологические основы обмолота зерновых культур на корню : дис. ... докт. техн. наук : спец. 05.20.01 / П. А. Шабанов. – Мелитополь, 1988. – 308 с.

УДК 631.3.004.67

Бабицкий Л. Ф., Соболевский И. В., Куклин В. А.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТРЕБНОСТИ ПЕРЕДВИЖНЫХ СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ АР КРЫМ

Стаття розкриває методику аналітичного визначення раціональної кількості пересувних засобів механізації для ТО і ремонту в АПК Криму по адміністративних районах.

Ключові слова: *обслуговування, пересувний засіб, ТО, змінна пропускна спроможність, трудомісткість, несправність.*

Статья раскрывает методику аналитического определения рационального количества передвижных средств механизации для ТО и ремонта в АПК Крыма по административным районам.

Ключевые слова: *обслуживание, передвижное средство, ТО, сменная пропускная способность, трудоёмкость, неисправность.*

The article exposes the method of analytical determination of rational amount of movable facilities of mechanization for technical service and repair in Autonomous Republic of Crimea on administrative districts.

Key words: *service, movable mean, removable carrying capacity, technical service, labor intensiveness, disrepair.*

Постановка проблемы. В процессе эксплуатации происходит ухудшение технического состояния машинно-тракторных агрегатов (МТА), снижается их работоспособность (мощность, производительность), увеличивается энергопотребление (уменьшается экономичность), ухудшаются другие параметры технического состояния, технической и экологической безопасности (дымность и токсичность отработавших газов дизеля, уровень шума внешнего и в кабине, уровень вибрации, эффективность работы тормозной системы и рулевого управления).

Поэтому при эксплуатации МТА необходимо не только контролировать параметры технического состояния экологической и технической безопасности, но и управлять этими параметрами.

Целенаправленные меры могут привести к достижению оптимального соотношения между

денежными затратами на ТО МТА и обеспечением экологической, технической и эксплуатационной надежности при его эксплуатации. Особенностью эксплуатации машинно-тракторных агрегатов в условиях АР Крым является их работа вдали от специализированных ремонтных предприятий, что предъявляет повышенные требования к безотказности и долговечности всех деталей и механизмов. Поэтому для поддержания машин в работоспособном состоянии необходимо в кратчайшие сроки устранять неплановые отказы [1].

Специализированные службы, имеющие в своём составе передвижные средства технического обслуживания и ремонта (передвижные средства механизации ТО, передвижные пункты, посты), позволяют сократить простои техники при устранении последствий отказов, снизить

время на ожидание и поиск запасных частей, повысить значение коэффициентов готовности и технического использования.

Анализ литературы. Изучению организации выполнения технических обслуживаний и ремонтов передвижными средствами в АПК посвящены работы Ю. М. Копылова, Ф. Н. Пуховицкого [1], В. М. Забродского, Г. Е. Топилина [2], Н. И. Агафонова, В. М. Рудик, Н. И. Чуприна [3] и других. Однако в этих работах не нашёл чёткого отражения дифференцированный подход к использованию передвижных средств технического обслуживания и ремонта по отдельным административным районам.

Цель статьи – аналитически обосновать рациональное количество передвижных средств технического обслуживания и ремонта по устранению неисправностей и отказов сельскохозяйственной техники по административным районам АР Крым.

Изложение основного материала. Одним из важнейших условий эффективности использования передвижных средств технического обслуживания и ремонта по устранению неисправностей и отказов сельскохозяйственной техники является правильное планирование их загрузки.

Потребность в передвижных средствах технического обслуживания и ремонта и их загрузка должны рассчитываться на основании общего объёма работы, которая выполняется на месте обслуживания и эксплуатации сельскохозяйственной техники.

Как показывает анализ, для определения потребности в передвижных средствах технического обслуживания и ремонта в целом по АР Крым практически, можно использовать норматив потребности в передвижных средствах, который определяется по формуле [5]:

$$N_{\text{п.с.м.}} = \frac{\mu_{\text{п.с.м.}} \times \eta_{\text{maxTOиДсм.}}}{d_{\text{см.п.с.м.}}}, \quad (1)$$

где $\mu_{\text{п.с.м.}}$ – коэффициент, учитывающий часть суммарных работ по ТО и Д, которые выполняются с помощью передвижного средства технического обслуживания и ремонта, в зависимости от условий эксплуатации $\mu_{\text{п.с.м.}} = 0,15 \dots 0,35$ [5];

$\eta_{\text{maxTOиДсм.}}$ – максимальное количество обслуживаний в смену i -того назначения (ЕТО, ТО-1, ТО-2, ТО-3), шт. (для расчётов принимается общее количество ТО-2 для всего количества МТА из соотношения 1/4);

$d_{\text{см.п.с.м.}}$ – сменная пропускная способность передвижного средства технического обслуживания и ремонта с учётом времени на переезды и количества обслуживаний в смену.

Однако $d_{\text{см.п.с.м.}}$ сложно определить экспериментальным путём. Поэтому можно использо-

вать сменную пропускную способность передвижного средства механизации [1], определяемую по формуле:

$$d_{\text{см.п.с.м.}} = \frac{\gamma \times m}{t} \times \left(T - \frac{S}{V} \right), \quad (2)$$

где γ – коэффициент использования передвижного средства ТО и ремонта в напряжённый период, $\gamma = 0,85$ [1];

m – количество исполнителей, чел., $m = 2$ чел.;

t – средняя общая трудоёмкость устранения одной неисправности либо последствий отказа МТА, $t = 2,5$ чел.-ч;

S – сменный пробег передвижного средства ТО и ремонта в напряжённый период полевых работ, км, $S = 100$ км;

V – средняя скорость передвижного средства ТО и ремонта, км/ч, $V = 60$ км/ч;

T – продолжительность смены в напряжённый период полевых работ, ч, $T = 12$ ч.

В результате, преобразовав формулу норматива потребности в передвижных средствах ТО и ремонта с учётом сменной пропускной способности [1], получим формулу вида:

$$N_{\text{п.с.м.}} = \frac{\mu_{\text{п.с.м.}} \times \eta_{\text{maxTOиДсм.}}}{\frac{\gamma \times m}{t} \times \left(T - \frac{S}{V} \right)}. \quad (3)$$

По состоянию на 1 декабря 2011 года в агропромышленном комплексе АР Крым насчитывалось 9100 шт. тракторов, 1800 шт. сеялок, 1300 шт. зерноуборочных комбайнов, 25 шт. кукурузоуборочных и 218 шт. кормоуборочных комбайнов [4]. На основании этих данных для определения рационального количества передвижных средств ТО и ремонта примем общее количество МТА равным 12443 шт. С учётом подстановки данного количества МТА в формулу (3), при условии проведения ТО-2, получим общее количество передвижных средств ТО и ремонта МТА, равное 152 шт.

Автономная республика Крым включает в себя девятнадцать административных районов. Как показывает анализ статистических данных [4], процентное соотношение всей сельскохозяйственной техники по районам распределено следующим образом:

- Алуштинский – 0,5%;
- Бахчисарайский – 4%;
- Белогорский – 3%;
- Джанкойский – 15%;
- Кировский – 4%;
- Красногвардейский – 3%;
- Красноперекоский – 8%;
- Ленинский – 10%;
- Нижнегорский – 13%;
- Первомайский – 4%;
- Раздольненский – 7%;

- Сакский – 9%;
- Севастопольский – 2%;
- Симферопольский – 6%;
- Советский – 4%;
- Судакский – 2%;
- Феодосийский – 1,5%;

- Черноморский – 3%;
- Ялтинский – 1%.

На рис. 1 представлено рациональное распределение передвижных средств ТО и ремонта МТА по административным районам с учётом процентного соотношения МТА в АР Крым.

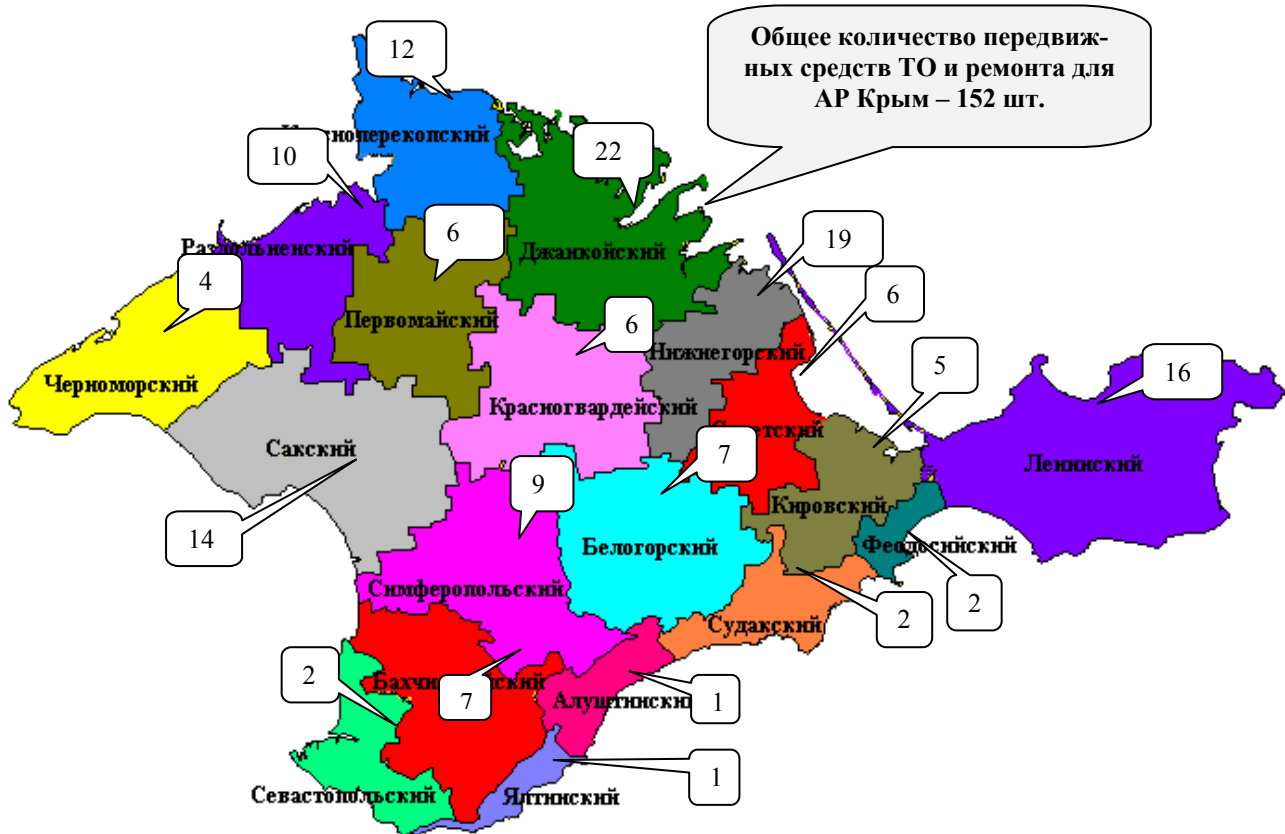


Рис. 1. Схема рационального распределения передвижных средств ТО и ремонта МТА по административным районам АР Крым, шт.

Такое распределение передвижных средств ТО и ремонта МТА обеспечит своевременное техническое обслуживание и ремонт сельскохозяйственной техники в наиболее напряжённый период выполнения полевых работ.

Выводы. Как показывает опыт передовых хозяйств, на периодическое и сезонное техническое обслуживание только в одном аграрном формировании, в среднем, затрачивается 20,85% (ЕТО – 27,1%; ПТО – 13,1%; СТО – 7,75%; устранение полевых неполадок – 13,3%; плановый ремонт сельскохозяйственных машин – 29,6%; комплектование и настройка машин – 9,15%) от общего объёма работ по ТО и ТР в полевых условиях.

Поэтому для выполнения технических обслуживаний и ремонтов в полевых условиях в крупных аграрных формированиях либо дилерских центрах целесообразно иметь передвижные средства механизации для ТО и ремонта, а рациональное их распределение по районам АР Крым позволит сократить простои МТА в особо

напряжённые периоды их работы, а также повысит производительность в аграрных формированиях в среднем на 20%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Копылов Ю. М. Передвижные мастерские сельскохозяйственного назначения / Ю. М. Копылов, Ф. Н. Пуховицкий. – М. : Россельхозиздат, 1980. – 126 с.
2. Повышение безотказной работы тракторов / [В. М. Забродский, Г. Е. Топилин, С. Г. Стопалов, Е. Г. Тома]. – К. : Урожай, 1985. – 272 с.
3. Агафонов Н. И. Организация технического обслуживания машин в полеводстве / Н. И. Агафонов, В. М. Рудик, Н. И. Чупринин. – М. : Россельхозиздат, 1971. – 127 с.
4. Техническая оснащённость сельскохозяйственного производства в Крыму / Главное управление статистики в Автономной Республике Крым ; [под ред. О. В. Нагнибеда]. – Симферополь, 2011. – 8 с.
5. Козаченко О. В. Практикум з технічної експлуатації сільськогосподарської техніки : монографія / О. В. Козаченко, І. П. Сичов та ін. ; [за ред. О. В. Козаченко]. – Харків : ХДТУСГ ; Торнадо, 2001. – 374 с.

УДК 631.316

Бабицкий Л. Ф., Кувшинов А. А., Москалевич В. Ю.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОЧИХ ОРГАНОВ КУЛЬТИВАТОРА С ВИБРОИМПУЛЬСНЫМ ВОЗБУДИТЕЛЕМ КОЛЕБАНИЙ

Розглянуті дослідження ресурсозберігаючих комбінованих робочих органів, що містять стріччасту культиваторну лапу з віброімпульсним збуджувачем коливань, які дозволяють за рахунок компенсації втрат енергії на подолання сил тертя збільшити інтенсивність вібрації лапи, завдяки чому поліпшується якість кришення ґрунту і знижується тяговий опір ґрунтообробних знарядь.

Ключові слова: віброімпульсний збуджувач, кришення, вібрація, тяговий опір.

Рассмотрены исследования ресурсосберегающих комбинированных рабочих органов, содержащие стрельчатую культиваторную лапу с виброимпульсным возбудителем колебаний, которые позволяют за счет компенсации потерь энергии на преодоление сил трения увеличить интенсивность вибрации лапы, благодаря чему улучшается качество крошения почвы и снижается тяговое сопротивление почвообрабатывающих орудий.

Ключевые слова: виброимпульсный возбудитель, крошение, вибрация, тяговое сопротивление.

Researches of the saving resources combined workings organs, containing an ogive paw of cultivator with the vibroimpulsive exciter of vibrations which allow due to indemnification of losses energy on overcoming of forces of friction to increase intensity of vibration of paw, are considered, due to what quality of loosening of soil is improved and hauling resistance of processing soil instruments goes down.

Key words: vibroimpulsive exciter, loosening, vibration, hauling resistance.

Постановка проблемы. Пассивные рабочие органы почвообрабатывающих орудий при обработке забиваются растительными остатками, быстро изнашиваются, сильнее подвергаются налипанию почвы. В результате существенно увеличивается тяговое сопротивление и ухудшается качество работы. Поэтому в последние годы широкое распространение получили вибрационные и импульсные методы воздействия на обрабатываемую среду. Теоретическое обоснование и разработка виброударных рыхлительных рабочих органов позволит значительно снизить энергозатраты и улучшить качество обработки почвы [1; 2].

Анализ литературы. По результатам ранее проведенных исследований, установлено, что рабочие органы виброударного действия снижают тяговое сопротивление агрегата и улучшают крошение почвы [3].

Цель исследования – изучение влияния скоростных режимов и глубины обработки рабочих органов почвообрабатывающих орудий на энергетические показатели.

Изложение основного материала. В лабораторных условиях в почвенном канале испытывалась культиваторная лапа на С-подобной упругой стойке с виброимпульсным возбудителем колебаний. Опыты проводились при глубине обработки почвы 0,1 и 0,15 м и скорости движения 0,5; 1,0 и 1,5 м/с с принудительной вибрацией лапы и без нее.

При исследовании влияния режимов принудительных колебаний лапы культиватора на ее тяговое сопротивление и показатели качества

крошения почвы амплитуда колебаний регулировалась в пределах 1–5 мм, а их частота – от 20 до 50 Гц.

Испытания ресурсосберегающих комбинированных рабочих органов в лабораторных условиях содержат в себе следующие этапы:

- определение влияния амплитуды и частоты импульсного воздействия на стойку рабочего органа и на ее тяговое сопротивление;
- определение качественных показателей работы.

На рис. 1 приведена поверхность почвы в ходе проведенных экспериментов, после обработки исследуемыми рабочими органами с вибрацией и без нее.



Рис. 1. Поверхность почвы после обработки исследуемым рабочим органом: а – с вибрацией, б – без вибрации.

При проведении испытаний в почвенном канале рабочего органа культиватора с виброимпульсным возбудителем колебаний влажность почвы составляла 16–18%, а его твердость – 184–

198 Н/см². В результате определения тягового сопротивления получены его зависимости от глубины обработки почвы и скорости движения (рис. 2).

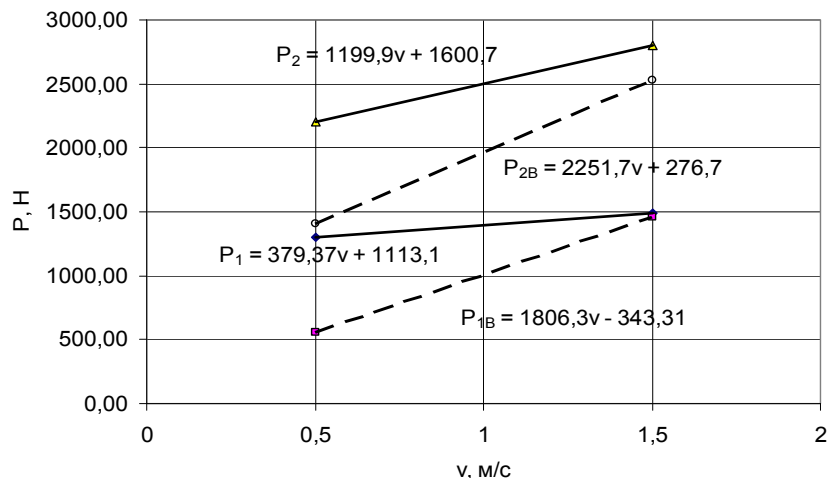


Рис. 2. Зависимость тягового сопротивления от скорости движения:

P_1 – при глубине обработки 0,1 м, P_2 – при глубине обработки 0,15 м; — без вибрации, --- с вибрацией.

По результатам определения качественных показателей крошения почвы построены диаграммы (рис. 3–5).

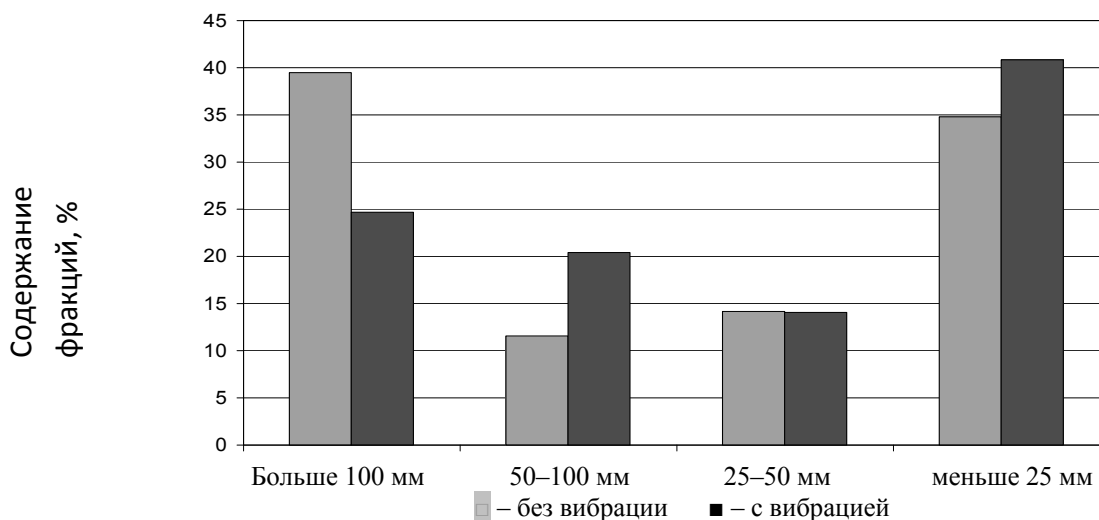


Рис. 3. Показатели качества крошения почвы при глубине обработки 0,15 м и скорости движения 0,5 м/с.

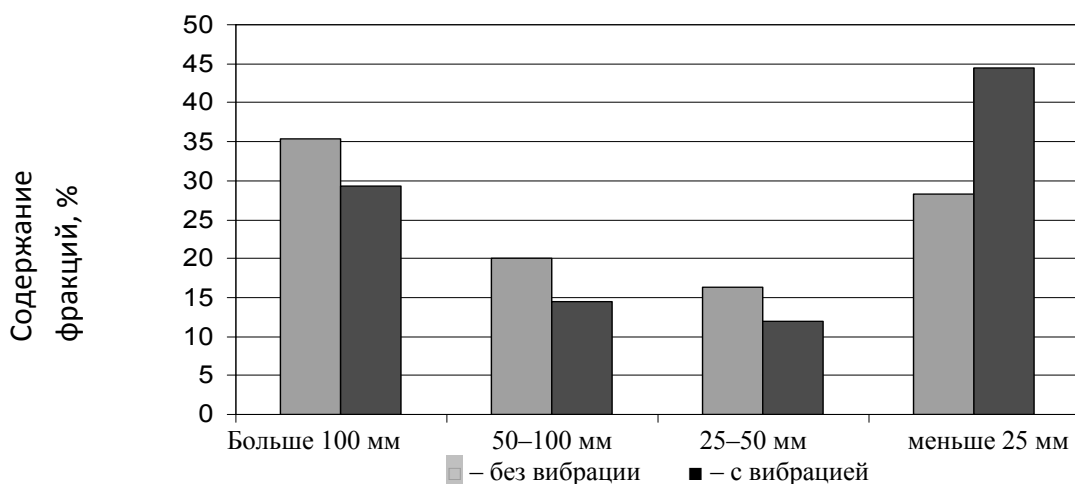


Рис. 4. Показатели качества крошения почвы при глубине обработки 0,15 м и скорости движения 1,0 м/с.

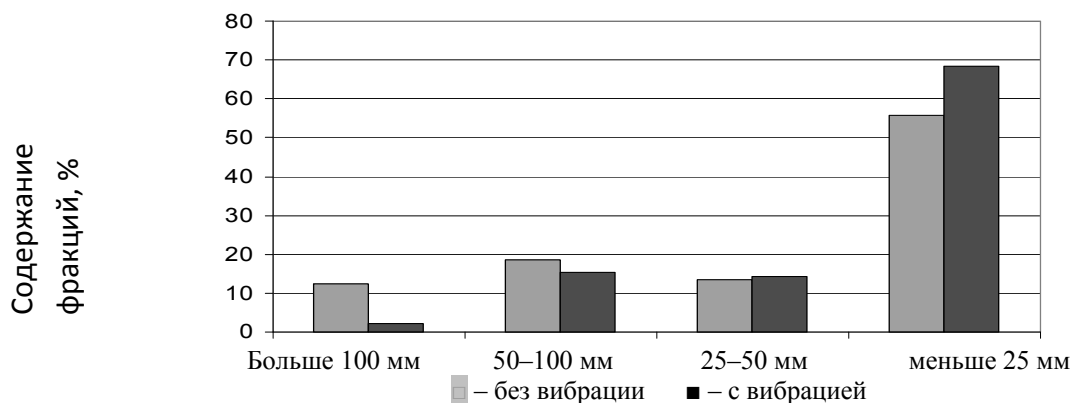


Рис. 5. Показатели качества крошения почвы при глубине обработки 0,1 м и скорости движения 1,5 м/с.

Анализ данных тягового сопротивления и показателей качества крошения почвы рабочим органом культиватора с виброимпульсным возбудителем колебаний показывает, что при скорости движения 0,5 м/с принудительная импульсная вибрация культиваторной лапы позволяет максимально снизить ее тяговое сопротивление на 36–57% при глубине обработки от 0,1 до 0,15 м, при этом глыбистость почвы уменьшается в 1,3–1,4 раза, а степень крошения почвы возрастает до 15%.

Выводы. С увеличением скорости движения от 0,5 до 1,5 м/с тяговое сопротивление рабочего органа растет с вибрацией более интенсивно, но не превышает его значений без вибрации.

Глыбистость почвы после прохода лапы с вибрацией уменьшается в 1,3–1,4 раза, а степень крошения почвы возрастает до 15%.

Такой характер влияния вибрации на процесс работы культиваторной лапы может быть объяснен тем, что в условиях уплотненной почвы энергия от привода преимущественно расходуется на дополнительное его крошение, а не на

уплотненной почве – на уменьшение сил трения. С увеличением скорости движения большая часть энергии от возбудителя колебаний тратится на дополнительное крошение почвы, а не на снижение тягового сопротивления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабицкий Л. Ф. Обоснование процесса принудительного виброимпульсного воздействия рабочих органов культиваторов на почву / Л. Ф. Бабицкий, В. Ю. Москалевич // Науковий вісник Луганського національного аграрного університету. Серія : Технічні науки. – Луганськ : Видавництво ЛНАУ, 2011. – С. 80–85.
2. Бабицкий Л. Ф. Біонічні напрямки розробки ґрунтообробних машин / Л. Ф. Бабицкий. – К. : Урожай, 1998. – 164 с.
3. Кувшинов А. О. Дослідження якісних показників обробітку ґрунту віброударними розпушувачами / А. О. Кувшинов // Вісник Львівського національного аграрного університету : Агроінженерні дослідження. – Львів : Національний агроуніверситет, 2008. – № 12 – Т. 1. – С. 154–157.

УДК 631.358:633.812

Ена В. Д., Шабанов Н. П.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ВМЕСТИМОСТИ БУНКЕРА ЛАВАНДОУБОРОЧНОЙ МАШИНЫ, РАБОТАЮЩЕЙ НА СКЛОНАХ

У статті викладений метод визначення оптимальної місткості бункера комбайна для прибирання лаванди, що працює на схилах, за умови збереження стійкості до перекидання.

Ключові слова: лаванда, схил, трактор, гірська машина, навішування, бункер, місткість.

В статті изложено метод определения оптимальной вместимости бункера лавандоуборочного комбайна, работающего на склонах, при условии сохранения устойчивости к опрокидыванию.

Ключевые слова: лаванда, склон, трактор, горная машина, навеска, бункер, вместимость.

In the article the method of determination of optimum capacity of bunker of lavender combine is expounded working on slopes, on condition of maintenance of stability to knocking over.

Key words: lavender, slope, tractor, mountain machine, machine for mountains, bunker, capacity.

Постановка проблемы. Лаванда, выращиваемая в горной местности, является ценной эфиромасличной культурой. Масло горной лаванды высоко ценится за рубежом и поставляется

нашей страной на экспорт. В Крыму имеются значительные площади горных склонов, на которых можно возделывать лаванду. Основной причиной, сдерживающей расширение площадей ла-

ванды, является ручная уборка культуры. В настоящее время для механизации уборки лаванды в горных условиях ведутся работы по разработке навесного комбайна, агрегируемого с гусеничным трактором Т-70С. Одним из наиболее важных вопросов при выборе способа навески является вопрос сохранения устойчивости агрегата при движении по склону.

Анализ литературы. Для решения вопроса механизации уборки лаванды на склонах разрабатывалось несколько вариантов агрегатирования и навески [1] (рис. 1).

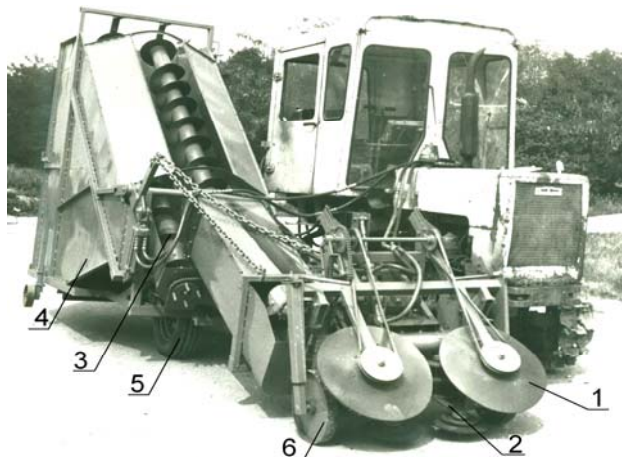


Рис. 1. Машина для уборки горной лаванды:

1 – дисковые стеблеподъемники; 2 – роторный режущий аппарат; 3 – транспортеры; 4 – бункер; 5 – опорное колесо; 6 – копирующие колеса жатки.

В основном применялись гусеничные тракторы марок Т-54В и Т-70С. Экспериментальные установки агрегатировались по полунавесной схеме навески с боковым расположением вдоль правой гусеницы трактора. Для подъема боковых стеблей, обжатия куста и передачи их на режущий аппарат применялись дисковые стеблеподъемники 1. Для среза сырья использовались ро-

торные режущие аппараты 2 разных типов: с одним и двумя горизонтальными роторами, с двумя роторами, плоскости вращения которых образуют между собой угол 120 градусов. Для транспортировки сырья от жатки 2 к бункеру 4 уборочной машины использовали планчатый транспортер и шнеки 3.

Для решения проблемы распределения, уплотнения и выгрузки сырья испытали следующие варианты рабочих органов: двухопорные и консольные шнеки, планчатый транспортер, шарнирное днище.

Применение перечисленных проверенных в производственных условиях конструкторских разработок приблизило решение вопроса механизации уборки лаванды на горных склонах. Для создания горного агрегата осталось определить оптимальную вместимость и положение бункера относительно энергосредства (трактора).

Цель работы – определение такой оптимальной вместимости бункера и положения его центра тяжести, которые бы обеспечили отклонение значения коэффициента смещения центра давления трактора в допустимых пределах, особенно при движении агрегата вверх по склону.

Изложение основного материала. Для трактора Т-70С, агрегируемого с машиной для уборки лаванды на склонах, допустимыми углами наклона являются предельно допустимый угол поперечного наклона – 8 градусов, предельно допустимый угол продольного наклона – 12° [2].

Рассмотрим влияние навешиваемой машины на поперечную и продольную устойчивость. Для агрегатирования нами выбрана полунавесная двухточечная (т. А, т. Б) схема навески с боковым расположением машины и опорой на пневматическое колесо 4 (рис. 2), расположенное в междурядье.

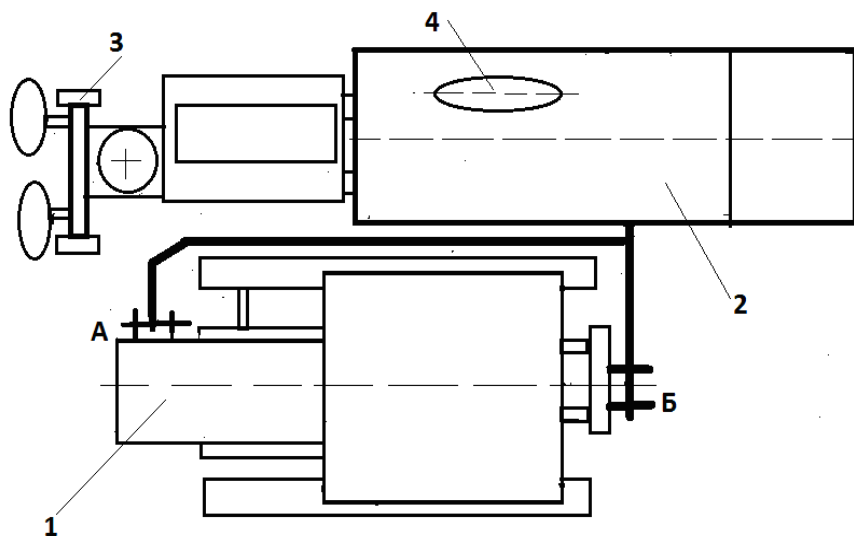


Рис. 2. Схема навески на трактор машины для уборки лаванды на склонах:

1 – трактор Т-70С, 2 – бункер машины для уборки лаванды, 3 – жатка, 4 – опорное пневматическое колесо.

Данная схема навески позволила увеличить поперечную базу агрегата до 2,33 м (по сравнению с 1,35 м у трактора). Следовательно, поперечная устойчивость трактора не нарушится, и агрегат сможет работать на склонах с поперечным углом наклона до 8°.

Продольную устойчивость агрегата будем определять при таких условиях: агрегат движется вверх по склону с предельно допустимым для трактора углом продольного наклона, жатка ма-

шины в рабочем положении опирается на копирующие колеса, бункер полностью заполняется сырьем. В этом случае на трактор действуют следующие силы и реакции: вес трактора $G_{тр}$, вес сырья в бункере G_c , вес машины G_m , реакция почвы R_k в точке касания колеса машины с почвой, реакция Y_d нормальная к поверхности почвы. Вес жатки не учитывается, допускаем, что ее вес полностью приходится на копирующие колеса и на агрегат не передается (рис. 3).

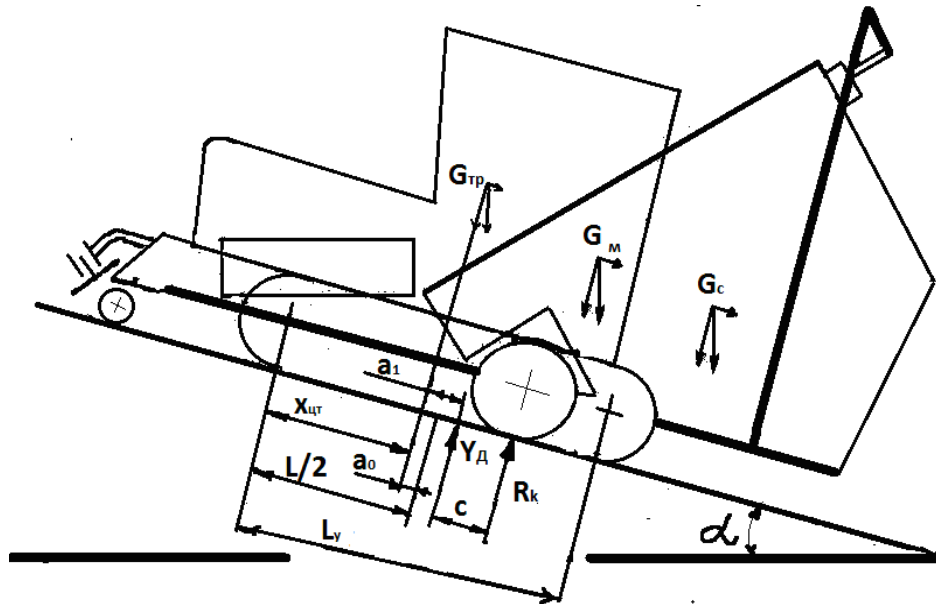


Рис. 3. Схема навески машины на трактор. Вид сбоку.

Реакция Y_d является результирующей всех нормальных реакций почвы, действующих на отдельные звенья гусениц, и находится на расстоянии a_1 от центра тяжести трактора. Предельную величину a_1 определим из выражения:

$$a_1 = v_n \times L_r + a_0 \quad (1)$$

где v_n – предельно допустимое значение коэффициента смещения центра давления;

$v_n = 0,167$;

L_y – длина опорной поверхности гусениц, мм;

a_0 – продольное расстояние от центра тяжести трактора до середины опорной поверхности гусениц.

Для трактора Т-70С $a_1 = 405$ мм [2]. Чтобы определить допустимую вместимость бункера, запишем уравнение моментов, действующих на трактор внешних сил и реакций, относительно предельно допустимого положения центра давления:

$$G_{тр}(a_1 \cos 12^\circ - y_{тр} \sin 12^\circ) + R_k c - G_m(x_m \cos 12^\circ + y_m \sin 12^\circ) - G_c(x_c \cos 12^\circ - y_c \sin 12^\circ) = 0, \quad (2)$$

где $y_{тр}$ – вертикальная координата центра тяжести трактора, мм;

c – плечо реакции почвы, мм;

x_m, y_m – координаты центра тяжести машины, мм;

x_c, y_c – координаты центра тяжести сырья в бункере, мм;

Используя параметры экспериментальной установки ЛУГ-1 [1], находим $G_c = 3000$ Н. Определим пределы применимости машин с бункером данной вместимости в зависимости от урожайности Y и длины гона L . Оптимальное значение вместимости должно удовлетворять условию

$$Q_{опт} \geq BLY \quad (3)$$

при выгрузке на обоих концах участка и

$$Q_{опт} \geq 2BLY \quad (4)$$

при выгрузке на одном конце участка,

где B – ширина захвата агрегата.

Так как величины L и Y случайные, то доли площадей, для которых приемлем первый или второй способ уборки, можно определить по теории вероятности

$$P_1 = \int_{L_1}^{L_2} \int_{Y_1}^{Y_2} f(Y; L) \cdot dY \cdot dL \quad (5)$$

где P_1 – доля площадей, удовлетворяющих условию (3) или (4);

L_1 – наименьшая длина гона, м;

L_2 – наибольшая длина гона, м;

Y_1 – минимальная урожайность, кг/м²;

Y_2 – допустимое верхнее значение урожайности, ограниченное условием (3) или (4);

$f(Y, L)$ – двумерная плотность распределения Y и L .

Учитывая то, что Y и L – не зависимые друг от друга случайные величины, имеющие нормальное распределение (закон Гаусса), плотность их распределения равна:

$$f(Y, L) = \varphi_1(Y)\varphi_2(L).$$

Согласно [3]:

$$\varphi_1(Y) = \left[\frac{1}{\sigma_Y \sqrt{2\pi}} \exp \left[\frac{-(Y - \bar{Y})^2}{2\sigma_Y^2} \right] \right]$$

$$\varphi_2(L) = \left[\frac{1}{\sigma_L \sqrt{2\pi}} \exp \left[\frac{-(L - \bar{L})^2}{2\sigma_L^2} \right] \right],$$

где \bar{Y} и \bar{L} – математическое ожидание; σ_Y , σ_L – среднее квадратическое отклонение, соответственно, урожайности и длины гона.

Для варианта уборки урожая с выгрузкой на одном конце участка вероятность P_2 определяется по тем же зависимостям, за исключением верхнего предела интеграла функции $\varphi_1(Y)$ кото-

рая в этом случае будет равна: $Y_2 = Q / 2 BL$.

Для основной зоны применения средств механизации уборки лаванды на склонах (Алуштинский эфиромасличный совхоз-завод) согласно паспортизации полей, проведенной в 2001 г., $L = 134,8$ м; $Y = 0,5423$ кг/м²; $\sigma_L = 67,6$ м; $\sigma_Y = 0,1406$ кг/м².

Тогда $Y_1 = 0,1205$ кг/м², $L_1 = 20$ м, $L_2 = 337$ м.

Вычислив P_1 и P_2 для различных вместимостей бункера, получим графики вероятностей существования условий, необходимых для работы машины в зависимости от вместимости бункера по первому (3) и второму (4) способам уборки (рис. 3).

Из графиков видно, что при допустимой вместимости бункера 300 кг и выгрузке сырья на обоих концах участка вероятность существования условий, необходимых для работы машины, высокая ($P_1 = 0,88$), а при выгрузке на одном конце участка – низкая ($P_2 = 0,13$).

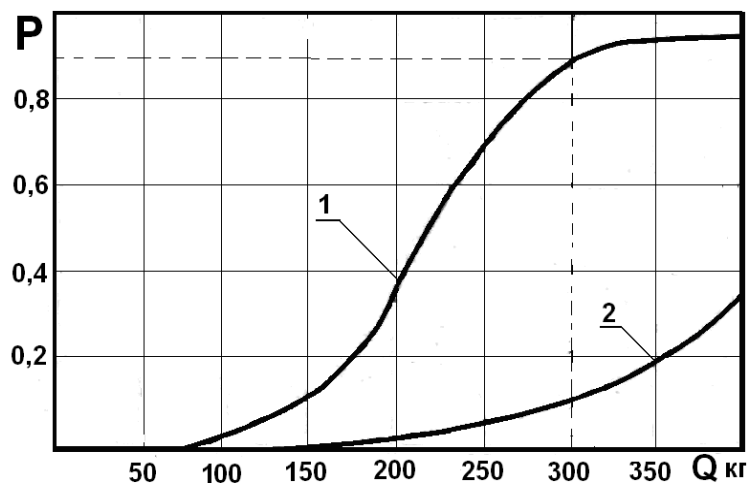


Рис. 3. Вероятность существования условий, необходимых для работы лавандоуборочного комбайна в зависимости от вместимости бункера:
1 – технология с выгрузкой на обоих концах участка,
2 – технология с выгрузкой на одном конце участка.

Выводы. При выгрузке сырья на обоих концах участка и оптимальной вместимости бункера 300 кг машина сможет работать с большей долей вероятности на всех участках, не уменьшая предельно допустимых углов продольной и поперечной устойчивости трактора, агрегируемого с ней.

Зная оптимальную вместимость бункера, можно определить оптимальную длину гона. Из выражения (3)

$$L = Q / BY = 266 \text{ м,}$$

где $Q = 300$ кг,

$B = 1,2$ м,

$Y = 0,937$ кг/м² – максимальная урожайность.

Полученное значение оптимальной длины гона рекомендуется использовать при закладке новых плантаций лаванды. Оптимальная длина уча-

стков должна находиться в пределах 260–266 м – при выгрузке на двух концах поля или 130–133 м – при выгрузке на одном конце поля. При таких размерах участков лавандоуборочная машина сможет работать на всех имеющихся в хозяйстве площадях без применения технологического транспорта для промежуточных разгрузок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Райхман Д. Б. К вопросу механизации уборки лаванды на склонах / Д. Б. Райхман // Труды ВНИИЭМК. – 1989. – Т. 20. – С. 158–163.
2. Кашуба Б. П. Конструирование и расчет сельскохозяйственных тракторов / Б. П. Кашуба. – М. : Машиностроение, 1966. – 523 с.
3. Гурский Е. И. Теория вероятности с элементами математической статистики / Е. И. Гурский. – М. : Высшая школа, 1978. – 207 с.