



Дудников А. А.,
Келемеш А. А.,
Пасюта А. Г.,
Дудник В. В.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСИЛИЙ, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА ТЫЛЬНУЮ ПОВЕРХНОСТЬ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ

В данной работе обсуждаются результаты теоретических и экспериментальных исследований по определению усилий, действующих на тыльную поверхность рабочих органов почвообрабатывающих машин с целью повышения их работоспособности и снижения интенсивности износа. Расчетами определены и экспериментально подтверждены оптимальные значения параметров режущих элементов плужных лемехов и культиваторных лап, позволяющие повысить качество обработки почвы и снизить их износ.

Ключевые слова: *наработка, качество обработки, затылочная фаска, угол заточки, действующие усилия.*

1. Введение

Качественное проведение почвообрабатывающих операций является основой получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур и во многом определяется техническими характеристиками почвообрабатывающих машин и орудий, которые, в свою очередь, значительно зависят от параметров и состояния рабочих органов [1].

В процессе эксплуатации рабочие органы почвообрабатывающих машин по мере определенной наработки, вследствие изнашивания, изменяют свои формы и размеры, что оказывает отрицательное влияние на агротехнические и энергетические показатели операций обработки почвы.

Для значительного повышения ресурса и работоспособности почворежущих рабочих органов, по мнению авторов данной работы, следует придерживаться комплексного подхода к решению данной проблемы, т. е. совместно учитывать все виды факторов (силовые, технологические, конструктивные), влияющих на долговечность и износостойкость рабочих органов.

Теоретические вопросы формообразования почворежущего лезвия, учитывающие характеристики абразивной среды и ее влияние на износ его тыльной поверхности до настоящего времени не полностью решены [2]. Этим обосновывается актуальность проведенного исследования.

2. Анализ литературных данных

Анализ литературных источников и авторские теоретические и экспериментальные исследования свидетельствуют, что сопротивление почвы со стороны тыльной поверхности рабочих органов (нижней грани лезвия) зависит от целого ряда факторов: свойств почвы, глубины и скорости обработки, параметров лезвия, наличия затылочной фаски и др. [3, 4]. Согласно исследований Сидорова С. А. [5] величина параметра, определяющего длину силового воздействия грунта на заднюю грань лезвия и, соответственно, тыльную

поверхность рабочего органа, является относительно небольшой и в конкретных условиях эксплуатации для рабочих органов, установленных под углом крошения 5...70 составляет от 2,5 до 7 мм. По данным авторов статьи длина силового воздействия грунта на нижнюю грань лезвия зависит от пластических и упругих свойств почвы, а также условий действия ее уплотненного слоя на нижнюю поверхность лезвия [6].

Общеизвестно, что со стороны задней грани лезвий, особенно затупленных, на рабочий орган воздействует значительная нагрузка, величина которой неадекватна величине нагрузки, действующей на относительно небольшую часть задней грани лезвия и, соответственно, изнашивающей последнюю. При анализе результатов тензометрирования дисковых рабочих органов, лемешных плугов, лаповых культиваторов было выявлено, что использование общепринятой схемы расчета усилий, действующих на лезвие указанных рабочих органов, в неодинаковых условиях их эксплуатации наблюдается неадекватно расчетному увеличение тяговых и боковых составляющих усилий [7, 8].

Анализ литературных данных свидетельствует, что удельные нагрузки на лезвие и другие рабочие поверхности, не совсем адекватны значениям общих, действующих на рабочий орган нагрузок. Так, при изменении формы и геометрических параметров лезвия, и соответствующем изменении общих нагрузок, весьма сложно «управлять» процессом изнашивания лезвийных рабочих органов.

Поэтому весьма важным является проведение исследований по определению усилий, вызывающих повышенный износ лезвия рабочих органов почвообрабатывающих машин с целью разработки механизма их снижения и, следовательно, повышения их работоспособности и долговечности.

3. Объект, цель и задачи исследования

Объект исследования — процессы взаимодействия режущих рабочих органов почвообрабатывающих машин с почвенной абразивной средой.

Целью работы является оценка нагрузочной способности рабочих органов почвообрабатывающих машин для выбора способа повышения их долговечности.

Для реализации поставленной цели в работе определено решение следующих задач:

1. Выявить основные факторы, определяющие величины соответствующих общих нагрузок, действующие на лезвие рабочих органов.
2. Определить усилия, действующие на рабочий орган со стороны тыльной поверхности, с целью разработки механизма их снижения.

4. Результаты исследования механизма взаимодействия абразивной среды с лезвием рабочих органов

На основании проведенного анализа установлено, что значение общей нагрузки, действующей на рабочий орган с тыльной стороны лезвия, в значительной степени зависит от параметров уплотнения почвы, возникающего перед и под лезвием, на величину которого влияют следующие факторы:

- твердость почвы на глубине прохождения лезвия;
- глубина обработки;
- угол заточки лезвия;
- угол установки лезвия по отношению и направлению движения;
- механический состав почвы;
- скорость движения рабочего органа или скорость воздействия почвенного пласта.

Указанные факторы оказывают влияние на направление действия равнодействующей нагрузки на лезвие лемешных и лаповых рабочих органов (рис. 1).

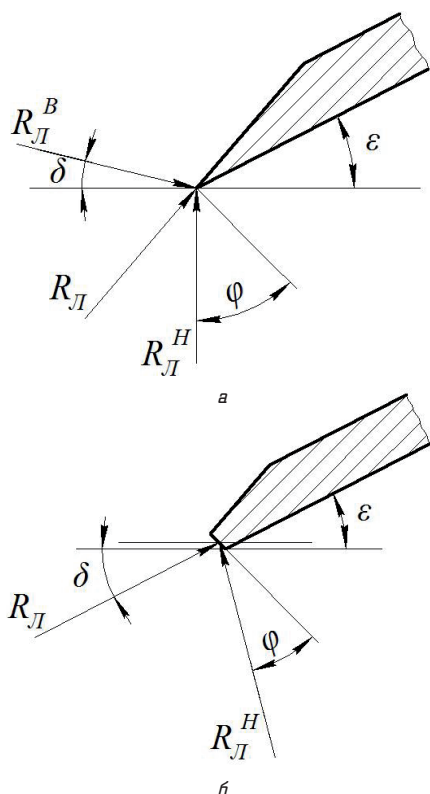


Рис. 1. Изменение направления действия равнодействующей реакции почвы R_L со стороны лезвия в вертикальной плоскости: *а* — лезвие острое; *б* — лезвие изношенное с «затылочной фаской»

Направление действия равнодействующей нагрузки R_L на лезвие лемешных и лаповых рабочих органов в вертикальной плоскости проще определить лишь у лезвия с явно выраженной затылочной фаской (рис. 1, б). В этом случае угол δ между направлением силы сопротивления и горизонтом, при образовании явно выраженной затылочной фаски, составляет величину:

$$\delta = 90 - \varepsilon - \varphi, \quad (1)$$

где ε — отрицательный задний угол резания; φ — угол трения почва-почва.

При обработке почвы острым лезвием (рис. 1, а) лемеха плуга или лапы культиватора сопротивление, создаваемое уплотнением почвы, относительно небольшое и давление со стороны борозды распределяется на сопротивление уплотненной почвы, принадлежащего верхней (передней) грани и сопротивление — нижней (задней) грани, а также сопротивление со стороны дна борозды.

Согласно исследованиям Д. Б. Бернштейна [1], а также наших данных это соотношение для лемехов плугов и лап культиваторов в различных зонах (носки, лезвия, пятки) при различных почвенных условиях колеблется в пределах 2,2...3,0 раз.

Несмотря на сложный профиль и наличие площадки износа опыты показывают, что нагрузка со стороны нижней грани R_L^H примерно в два раза выше нагрузок, действующих со стороны верхней грани R_L^B .

Схема реакции почвы со стороны лезвия у лемешных и лаповых рабочих органов в вертикальной плоскости представлена на рис. 2.

Опыты показывают, что нагрузка со стороны нижней грани лезвия H_L^H примерно в два раза выше нагрузок, действующих со стороны верхней грани H_L^B и со стороны площадки $H_{ПЛ}$.

Для случая, когда угол отклонения от горизонта $\delta \leq 0$ (лемех плуга, лапа культиватора и др.) может быть определен:

$$\delta_{\text{ср}} = \varepsilon + \frac{i}{4} + \frac{\pi}{4} - \frac{\varphi_{ПЛ}}{2}, \quad (2)$$

где i — угол заострения лезвия, град.

Для случая, когда $\delta > 0$:

$$\delta_{\text{ср}} = \frac{3\pi}{8} + \frac{i}{4} - \frac{\varphi_{ПЛ}}{2}. \quad (3)$$

Следует отметить, что при затуплении лезвия, наряду со значительным ростом сопротивления, направление действия реакции почвы со стороны лезвия изменяет свое направление, приближаясь к горизонтальной составляющей.

Таким образом, определено направление реакции почвы со стороны ее уплотнения и нижней грани в вертикальной плоскости для двух наиболее частых и характерных случаев изнашивания лезвий лемешно-лаповых рабочих органов.

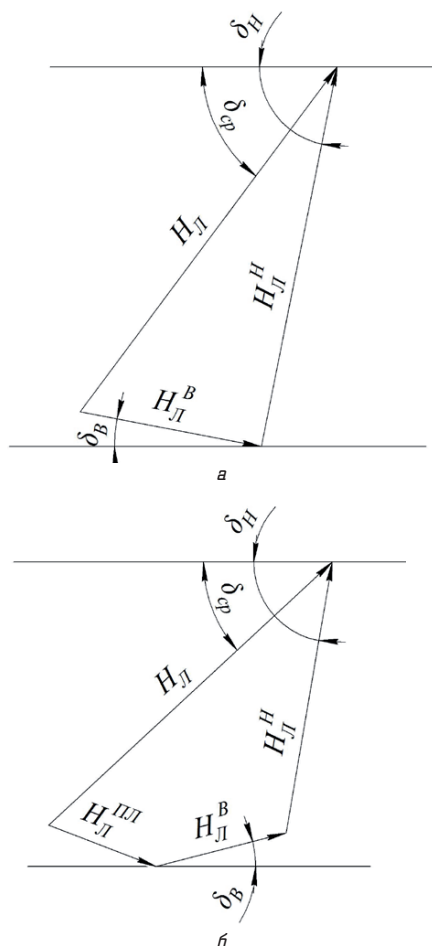


Рис. 2. Схема направления действия реакции почвы: а — острое лезвие; б — изношенное лезвие с поперечной площадью $H_{ПЛ}$

Направление реакции почвы на лезвие в горизонтальной плоскости может быть определено по следующей эмпирической зависимости [9], которая согласуется с полученными данными авторов статьи:

$$H_{\Gamma} = (0,15...0,20) \cdot (90 - \alpha) \cdot K, \quad (4)$$

где α — угол раствора (атаки) рабочего органа (угол между лезвием и направлением движения, град.); K — коэффициент, зависящий от твердости почвы, определяемый по формуле [10]:

$$K = 1 + 0,1T, \quad (5)$$

где T — твердость почвы на глубине обработки, МПа.

Проведенными исследованиями установлено: что величина нагрузок, действующих со стороны тыльной поверхности рабочих органов зависит от направления реакций почвы на лезвие как в вертикальной, так и горизонтальной плоскостях, вызывающих износ последнего. Получены зависимости определения оптимального (среднего) значения угла отклонения от горизонта для лемеха плуга и лапы культиваторов, позволяющего снизить интенсивность изнашивания их режущих элементов.

Расчетами установлено, что реакция H_{Γ} на лезвие для действующих конструкций лемехов плугов и лап культиваторов находится в пределах от 8 до 13°.

5. Обсуждение результатов исследования износостойкости деталей сельскохозяйственных машин

Математической обработкой полученных при стендовых и эксплуатационных исследованиях данных установлены зависимости по определению усилий, действующих на тыльную поверхность почвообрабатывающих рабочих органов. Данные исследований могут быть полезны при определении оптимальных основных параметров лезвий рабочих органов как при их изготовлении, так и при ремонте с целью повышения качества обработки почвы и снижения интенсивности изнашивания.

6. Выводы

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Установлены математические зависимости величин нагрузок со стороны нижней (тыльной) поверхности рабочих органов почвообрабатывающих машин как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскостях.
2. Определены значения усилий, действующих на тыльную поверхность лемехов плугов и лап культиваторов.

Литература

1. Бернштейн, Д. Б. Абразивное изнашивание лемешного лезвия и работоспособность плуга [Текст] / Д. Б. Бернштейн // Тракторы и сельхозмашины. — 2002. — № 6. — С. 39–42.
2. Винокуров, В. Н. Теоретические и экспериментальные исследования изнашивания и долговечности почворежущих элементов машин и орудий, применяемых в лесном хозяйстве [Текст]: дис. ... докт. техн. наук. / В. Н. Винокуров. — Москва, 1980. — 518 с.
3. ГОСТ 27.002-89. Надежность в технике: основные понятия, термины и определения [Текст]. — М.: Издательство стандартов, 1990. — 37 с.
4. Дмитриченко, С. С. Усовершенствованные методы оценки расчетной долговечности деталей и узлов мобильных машин [Текст] / С. С. Дмитриченко // Доклады международной конференции. — К., 2000.
5. Сидоров, С. А. Обоснование эффективных способов повышения работоспособности и износостойкости сферических дисков почвообрабатывающих машин [Текст] / С. А. Сидоров. — М., 1996. — 32 с.
6. Дудников, А. А. Технологические способы повышения долговечности и ресурса рабочих органов почвообрабатывающих машин [Текст] / А. А. Дудников, А. И. Беловод, А. Г. Пасюта, А. А. Келемеш, А. В. Горбенко // Технологический аудит и резервы производства. — 2015. — № 5/1(25). — С. 4–7. doi:10.15587/2312-8372.2015.48825
7. Синеоков, Г. И. Теория и расчет почвообрабатывающих машин [Текст] / Г. И. Синеоков, Н. М. Панов. — М.: Машиностроение, 1987. — 328 с.
8. Стрельбицкий, В. Ф. Дисковые почвообрабатывающие машины [Текст] / В. Ф. Стрельбицкий. — М.: Машиностроение, 1988. — 135 с.
9. Godwin, R. J. The development and evaluation of a force prediction model for agricultural discs [Text] / R. J. Godwin, D. A. T. Seig, M. Allott // Journal of Terramechanics. — 1985. — Vol. 22, № 3. — P. 172–173. doi:10.1016/0022-4898(85)90073-4
10. Гячев, Л. В. Теория лемешно-отвальной поверхности [Текст] / Л. В. Гячев. — Зерноград, 1971. — 317 с.

ВИЗНАЧЕННЯ ЗУСИЛЬ, ЩО ДІЮТЬ НА ТИЛЬНУ ПОВЕРХНЮ ҐРУНТОБРОБНИХ РОБОЧИХ ОРґАНІВ

В даній роботі обговорюються результати теоретичних та експериментальних досліджень по визначенню зусиль, що діють на тильну поверхню робочих органів ґрунтобробних

машин з метою підвищення їх роботоздатності та зниження інтенсивності зношування. Розрахунками визначені та експериментально підтверджені оптимальні значення параметрів ріжучих елементів плужних лемешів і культиваторних лап, що дозволяють підвищити якість обробки ґрунту та знизити їх зношування.

Ключові слова: наробіток, якість обробки, потилична фаска, кут заточування, діючі зусилля.

Дудніков Анатолій Андреевич, кандидат технических наук, профессор, заведующий кафедрой ремонта машин и технологии конструкционных материалов, Полтавская государственная аграрная академия, Украина.

Келемеш Антон Александрович, кандидат технических наук, старший преподаватель, кафедра ремонта машин и технологии конструкционных материалов, Полтавская государственная аграрная академия, Украина.

Пасюта Андрей Григорьевич, кандидат технических наук, директор, Государственное предприятие «Опытное хозяйство им. 9 января», с. Ялосовецкое, Полтавская обл., Украина.

Дудник Владимир Васильевич, кандидат технических наук, старший преподаватель, кафедра безопасности жизнедеятельности, Полтавская государственная аграрная академия, Украина.

Дудніков Анатолій Андрійович, кандидат технічних наук, професор, завідувач кафедри ремонту машин і технології конструкційних матеріалів, Полтавська державна аграрна академія, Україна.

Келемеш Антон Олександрович, кандидат технічних наук, старший викладач, кафедра ремонту машин і технології конструкційних матеріалів, Полтавська державна аграрна академія, Україна.

Пасюта Андрій Григорович, кандидат технічних наук, директор, Державне підприємство «Дослідне господарство ім. 9 Січня», с. Ялосовецьке, Полтавська обл., Україна.

Дудник Володимир Васильович, кандидат технічних наук, старший викладач, кафедра безпеки життєдіяльності, Полтавська державна аграрна академія, Україна.

Dudnikov Anatoly, Poltava State Agrarian Academy, Ukraine.

Kelemesh Anton, Poltava State Agrarian Academy, Ukraine.

Pasuta Andriy, The State Enterprise «Pilot Farm 9th January», Yalosoetskoe, Poltava region, Ukraine.

Dudnyk Volodymyr, Poltava State Agrarian Academy, Ukraine

УДК 621.01:378.28.007.2

DOI: 10.15587/2312-8372.2016.58532

Казак І. О.

ДОСЛІДЖЕННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНИХ ОСНОВ В «ПРОЦЕСАХ, АПАРАТАХ І МАШИНАХ ГАЛУЗІ» ДЛЯ ІНЖЕНЕРА-МЕХАНІКА ХІМІЧНОГО МАШИНОБУДУВАННЯ

У статті висвітлено проблему фахової підготовки висококваліфікованих інженерів-механіків хімічного машинобудування. Досліджено кваліфікаційні основи у завданнях з «Процесів, апаратів і машин галузі» для майбутніх інженерів-механіків за напрямом «Машинобудування». Обґрунтовано і розроблено класифікацію навчальних завдань, яку доцільно застосовувати з «Процесів, апаратів і машин галузі» для більш ефективної підготовки інженерів-механіків хімічних виробництв.

Ключові слова: хімічне машинобудування, процеси, апарати, машини галузі, класифікація, завдання, застосування, інженер-механік.

1. Вступ

Розробка новітніх технологій і впровадження автоматизованого обладнання диктують сучасні вимоги до виробництв хімічного машинобудування. Актуальність даного дослідження полягає в тому, що в зв'язку з підвищенням вимог до сучасних хімічних виробництв, виникає потреба у формуванні висококваліфікованих інженерів-механіків хімічного машинобудування. Тому автором даної роботи пропонується розглянути один з шляхів підвищення професійної підготовки цих фахівців. А саме, для хімічного машинобудування забезпечити кваліфікаційні основи для майбутніх інженерів-механіків можуть завдання з «Процесів, апаратів і машин галузі», які формують у більшій мірі професійну здатність роботи фахівців з різними процесами, технологіями і обладнанням хімічного машинобудування у мінливих умовах виробництва.

2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Вирішення проблеми підготовки висококваліфікованих фахівців розглядається науковцями для різних галузей промисловості, зокрема і для хімічного машинобудування. Автор Зубарев Ю. М. вирішує проблему підвищення якості теоретичної і практичної підготовки фахівців машинобудівельного комплексу за рахунок переогляду змісту і структури деяких загально-технічних дисциплін в зв'язку з тим, що виявлені недоліки в навчальних планах з технічних напрямів підготовки кадрів [1]. У дослідженні автора даної роботи пропонується переоглянути зміст спеціальної підготовки у завданнях з «Процесів, апаратів і машин галузі» для підвищення ефективності підготовки кваліфікованих фахівців для хімічного машинобудування.