

Literatura

1. *Palkin E.V., Kuricyn V.N.* Ustanovka dlja issledovanija cepovoj okorki s promyshlennymi skorostjami podachi // Lesnoj i himicheskij kompleksy – problemy i reshenija: sb. st. – Krasnojarsk: Izd-vo SibGTU, 2005. – S. 149–151.
2. *Palkin E.V., Kuricyn V.N.* Rezul'taty issledovanija cepovoj okorki s promyshlennymi skorostjami podachi // Vestnik KrasGAU. – 2010. – №. 10 – S. 152–155.
3. *Palkin E.V., Kuricyn V.N.* Analiz jenergeticheskikh zatrat v processe cepovoj okorki // Vestnik KrasGAU. – 2013. – № 7. – S. 229.
4. *Palkin E.V., Ushanov S.V., Rozanova T.S.* [i dr.]. Matematicheskie modeli udel'nyh jenergeticheskikh zatrat v processe cepovoj okorki lesomaterialov // Fundamental'nye issledovanija. – 2014. – № 8. – Ch. 2. – S. 317–321.
5. *Kobzar' A.I.* Prikladnaja matematicheskaja statistika. – M.: FIZMATLIT, 2006. – 816 s.
6. Spravochnik po prikladnoj statistike: v 2 t. T.1. – M.: Finansy i statistika, 1989. – 510 s.
7. *Ushanov S.V.* Parametricheskaja identifikacija modelej. – Krasnojarsk, 2012. – 202 s.



УДК 631.354.02; 631.3.002

**Ю.Н. Блынский, Ю.А. Гуськов,
В.Н. Хрянин, А.В. Пчельников,
А.А. Железнов, Д.А. Ханин**

**ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ШНЕКА ЖАТКИ
И НАРАБОТКИ УБОРОЧНОГО КОМБАЙНА НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ИЗНАШИВАНИЯ
ЛАКОКРАСОЧНОГО ПОКРЫТИЯ ДНИЩА И ШНЕКА ЖАТКИ**

**Yu.N. Blynsky, Yu.A. Guskov,
V.N. Khryanin, A.V. Pchelnikov,
A.A. Zheleznov, D.A. Khanin**

**THE INFLUENCE OF AUGER HEADER DESIGN FEATURES AND PRACTICES OF THE HARVEST
COMBINE ON THE INTENSITY OF PAINT AND VARNISH COVERING WEAR OF THE BOTTOM
AND AUGER INTAKE OF THE HARVESTER**

Блынский Ю.Н. – д-р техн. наук, проф. каф. эксплуатации машинно-тракторного парка Новосибирского государственного аграрного университета, г. Новосибирск. E-mail: nsauii@ngs.ru

Гуськов Ю.А. – д-р техн. наук, проф. каф. технологий обучения, педагогики и психологии Новосибирского государственного аграрного университета, г. Новосибирск. E-mail: nsauii@ngs.ru

Хрянин В.Н. – канд. техн. наук, доц., зав. каф. надежности и ремонта машин Новосибирского государственного аграрного университета, г. Новосибирск. E-mail: hryaninvn@ngs.ru

Пчельников А.В. – асп., зав. лаб. каф. надежности и ремонта машин Новосибирского государственного аграрного университета, г. Новосибирск. E-mail: pchelaleksandr@mail.ru

Blynsky Yu.N. – Dr. Techn. Sci., Prof., Chair of Operation of Machine and Tractor Park, Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk. E-mail: nsauii@ngs.ru

Guskov Yu.A. – Dr. Techn. Sci., Prof., Chair of Technologies of Training, Pedagogics and Psychology, Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk. E-mail: nsauii@ngs.ru

Khryanin V.N. – Cand. Techn. Sci., Assoc. Prof., Head, Chair of Reliability and Repair of Cars, Novosibirsk State Agrarian university, Novosibirsk. E-mail: hryaninvn@ngs.ru

Pchelnikov A.V. – Post-Graduate Student, Head, Lab., Chair of Reliability and Repair of Cars, Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk. E-mail: pchelaleksandr@mail.ru

Железнов А.А. – ст. преп. каф. надежности и ремонта машин Новосибирского государственного аграрного университета, г. Новосибирск. E-mail: azec50@mail.ru

Ханин Д.А. – магистрант каф. надежности и ремонта машин Новосибирского государственного аграрного университета, г. Новосибирск. E-mail: haninda@mail.ru

Zheleznov A.A. – Asst, Chair of Reliability and Repair of Cars, Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk. E-mail: azec50@mail.ru

Khanin D.A. – Magistrate Student, Chair of Reliability and Repair of Cars, Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk. E-mail: haninda@mail.ru

Статья посвящена изучению особенностей изнашивания лакокрасочного покрытия днища и шнека жатки уборочного комбайна. Целью исследования является определение аналитического выражения интенсивности изнашивания лакокрасочного покрытия днища и шнека жатки уборочного комбайна. При анализе основных существующих методик определения производительности шнека установлено, что перемещение материала шнеком рассматривается как перемещение однородного тела с одинаковыми физико-механическими свойствами по однородной поверхности. Выявлено, что на производительность шнека уборочного комбайна существенно влияет фактическое состояние поверхности днища и шнека жатки, по которой транспортируется убираемая зернорастительная масса. Определен характер износа лакокрасочного покрытия поверхности днища и шнека жатки зерноуборочного комбайна и выявлено, что интенсивность изнашивания лакокрасочного покрытия на этих поверхностях неравномерна, увеличивается от краев жатки к середине и зависит от наработки. Предложено аналитическое выражение для определения интенсивности изнашивания лакокрасочного покрытия днища и шнека жатки уборочных комбайнов, в том числе и на отдельных участках днища и шнека жатки. Проведенные исследования свидетельствуют о необходимости разработки технологических процессов окрашивания поверхностей днища и шнека жатки уборочных комбайнов, учитывающих специфику работы жатки и интенсивность изнашивания лакокрасочного покрытия с целью формирования покрытия, устойчивого к истиранию.

Ключевые слова: жатка, шнек, днище, уборочный комбайн, лакокрасочное покрытие, истирание, интенсивность изнашивания.

The study is devoted to the investigation of features of paint and varnish covering wear of the bottom and auger reaper of the harvest combines. The research objective was the definition of analytical expression of intensity of wear of paint and varnish covering of the bottom and the screw of harvest combine. In the analysis of the main existing techniques of determination the screw productivity it was established that the material movement of the auger was considered to be the movement of a uniform body with identical physical and mechanical properties on a uniform surface. It was revealed that the productivity of the screw of the harvest combine was significantly influenced by actual state of the surface of the bottom and the screw of the harvester on which cleaned grain-plant weight was transported. The nature of paint and varnish covering wear of the bottom surface and the screw of a combine harvester was defined and it was revealed that the intensity of wear of paint and varnish covering on these surfaces was uneven and increased from edges of the harvester to the middle and depended on the term of service. Analytical expression for determination of wear intensity of paint and varnish covering of the bottom and the auger of harvest combines, including separate sites of the bottom and the screw of harvester was offered. Conducted researches demonstrated the necessity of technological processes development of coloring of surfaces of the bottom and the screw of the harvest combines considering the specificity of work of the harvester and the intensity of wear of paint and varnish covering for the purpose of formation of covering steady to abrasion.

Keywords: harvester, auger, bottom, harvest combine, paint and varnish covering, abrasion, the intensity of wear.

Введение. Транспортировка материалов винтовыми конвейерами (шнеками) – сложный процесс, что обуславливает сложность его ма-

тематического описания. Многочисленные исследования показывают, что точно рассчитать параметры и режимы работы винтового конвейера (шнека) по существующим формулам достаточно сложно, ошибка, как правило, достигает от 15 до 60 % [1].

Известно, что производительность винтового конвейера выражается следующим образом:

$$Q=f(D, r_0, S, \omega, \alpha, \varphi, \mu, \gamma), \quad (1)$$

где D – диаметр винта; r_0 – радиус вала винта; S – шаг винта; ω – угловая скорость вращения винта; α – угол подъема винтовой линии по наружному диаметру винта; φ – угол естественного откоса транспортируемого материала; μ – коэффициент трения зернорастительной массы о кожух и винт; γ – плотность транспортируемого материала.

Основным недостатком существующих методик является то, что при расчете различных параметров шнековых транспортирующих устройств (производительности шнека, мощности приводных устройств и других) вместо скоростей транспортируемых материалов определяют и используют скорость самого шнека. Как правило, транспортируемый материал рассматривается как однородное тело с одинаковыми физико-механическими свойствами, а перемещение этого материала осуществляется по однородной поверхности. Однако влияние физико-механических свойств различных транспортируемых материалов на производительность шнеков и фактическое состояние поверхности, по которой транспортируется материал, на наш взгляд, может быть существенным, особенно у таких материалов, как зернорастительная масса, убираемая зерноуборочными комбайнами (пшеничная, овсяная, ржаная, ячменная и т.д.).

Влияние различных условий, таких как неравномерность подачи и распределения материала между шнеком и корпусом жатки, погодные условия (влажность, скорость ветра и пр.), при которых транспортируется растительная масса, не учитывается ввиду трудности проведения данных исследований.

Следующий недостаток – это отсутствие учета возникающего сопротивления по ходу движения материала (из-за разницы в коэффициентах трения материала о поверхности рабочих орга-

нов жатки зерноуборочного комбайна) и наличия подпора у средней части шнека жатки, связанного со спецификой конструкции шнека [2].

Цель. Определить аналитическое выражение интенсивности изнашивания лакокрасочного покрытия днища и шнека жатки уборочного комбайна.

Задачи: выявить влияние изнашивания лакокрасочного покрытия днища и шнека жатки в зависимости от конструктивных особенностей жаток зерноуборочных комбайнов и определить характер износа лакокрасочного покрытия днища и шнека жатки в зависимости от его наработки.

Результаты и их обсуждение. Поверхности рабочих органов жаток зерноуборочных комбайнов окрашиваются на заводе-изготовителе различными лакокрасочными материалами. Однако исследования, проведенные на кафедре надежности и ремонта машин ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ», в хозяйствах Новосибирской области, показывают, что лакокрасочные покрытия рабочих элементов жаток истираются, как правило, за один-два сезона работы зерноуборочного комбайна, покрытие истирается неравномерно и составляет от нескольких микрометров (у краев жатки) до полного истирания к середине жатки (в районе наклонной камеры) (рис. 1, а, б) [3–5]. Аналогичный характер износа и у шнека жатки.

Установлено, что увеличение износа от краев жатки к середине связано с рядом факторов, один из которых – повышение давления на лакокрасочное покрытие, зависящее от конструкции шнека двустороннего действия, определяющего движение срезаемой зернорастительной массы от краев жатки к середине.

В связи с этим транспортируемый материал – зернорастительная масса фактически перемещается по разным поверхностям, имеющим разные коэффициенты трения (например, это могут быть следующие поверхности: поверхность с эмалью, поверхность с грунтом, поверхность без лакокрасочного покрытия – металл) (рис. 2).

Из рисунка 2 видно, что зернорастительная масса перемещается по 6 участкам жатки с разными показателями коэффициента трения и давления, причем показатели 1–6, 2–5, 3–4-х участков приблизительно равны (в реальности количество и длина участков могут быть другими).



Рис. 1. Истертая поверхность днища жаток зерноуборочных комбайнов: а – комбайн Вектор 410 (1 сезон); б – комбайн Вектор 410 (2 сезона)

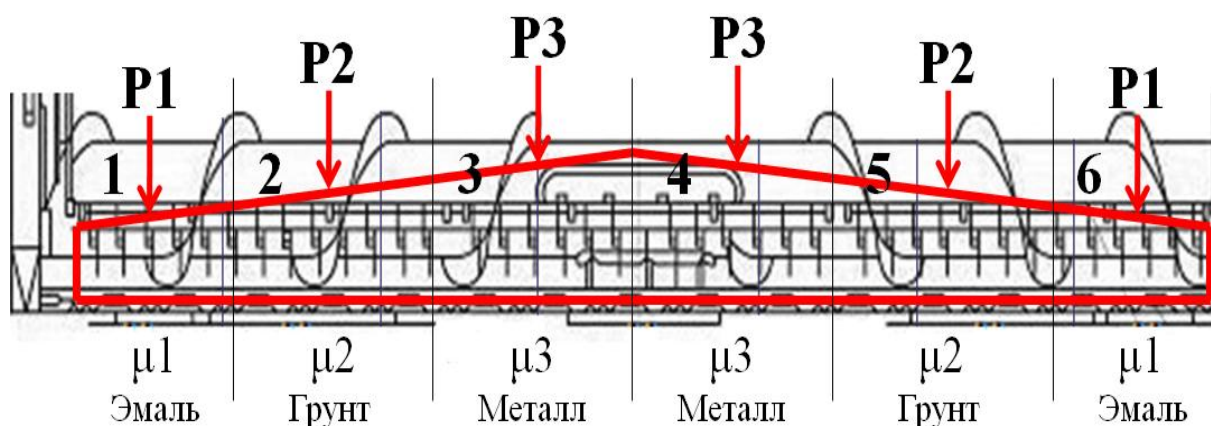


Рис. 2. Особенности работы отдельных участков поверхности днища и шнека жатки уборочного комбайна: P_1, P_2, P_3 – давление на участках 1, 6; 2, 5; 3, 4 соответственно; μ_1, μ_2, μ_3 – коэффициенты трения на участках 1, 6; 2, 5; 3, 4 соответственно

Соответственно, удельная номинальная сила f на этих участках будет различна.

Так, для первого участка

$$f_1 = \mu_1 p_1, \quad (2)$$

где μ_1 – коэффициент трения на первом участке; p_1 – давление на первом участке, кг/см².

Для последующих участков

$$f_i = \mu_i p_i, \quad (3)$$

где μ_i – коэффициент трения на i -м участке; p_i – давление на i -м участке, кг/см².

Неравномерное передвижение зернорастительной массы по отдельным участкам поверхности днища жатки с разными показателями коэффициента трения и давления приводит к возникновению дополнительных сопротивлений,

препятствующих продвижению транспортируемой массы к наклонной камере, в связи с чем на практике комбайнеры вынуждены менять технологические режимы уборки (вылет и обороты мотовила, скорость движения комбайна и т.д.), что приводит к дополнительным издержкам и энергозатратам.

Проведенные исследования позволили определить влияние наработки комбайна на интенсивность изнашивания лакокрасочного покрытия днища и шнека жатки. Было выявлено, что различная интенсивность изнашивания лакокрасочного покрытия этих рабочих поверхностей жатки зависит в том числе и от количества зернорастительной массы, пройденной через конкретный участок (рис. 3).

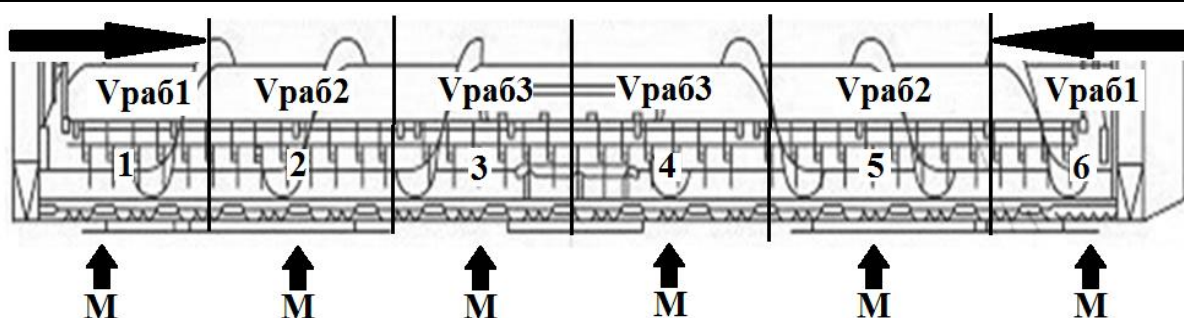


Рис. 3. Распределение зернорастительной массы по жатке во время проведения уборочных работ: M – объем скашиваемой зернорастительной массы на каждом участке жатки во время проведения уборочных работ; $V_{раб i}$ – объем выполненных работ (количество пройденной зернорастительной массы) на определенном участке

По каждому из участков поверхности дна и шнека жатки во время движения комбайна проходит определенный объем зернорастительной массы.

Так, количество пройденной зернорастительной массы $V_{раб1,6}$ (объем выполненных работ) на первом и на шестом участках жатки будет равным количеству скашиваемой зернорастительной массы M на этих участках

$$V_{раб1,6} = M, \quad (4)$$

где $V_{раб1,6}$ – количество пройденной зернорастительной массы (объем выполненных работ) на первом и шестом участках, ц; M – количество скашиваемой зернорастительной массы, ц.

Для 2-го, 5-го участков

$$V_{раб2,5} = 2M, \quad (5)$$

где $V_{раб2,5}$ – количество пройденной зернорастительной массы (объем выполненных работ) на втором и пятом участках, ц.

Для 3-го, 4-го участков

$$V_{раб3,4} = 3M, \quad (6)$$

где $V_{раб3,4}$ – количество пройденной зернорастительной массы (объем выполненных работ) на третьем и четвертом участках, ц.

Общее количество зернорастительной массы, убранное комбайном (наработка), ц

$$W = 6M. \quad (7)$$

В соответствии с ГОСТ 23.224-86 интенсив-

$$I_{V_{раб.ср.}} = \frac{\frac{h_n - h_{k1}}{V_{раб1}} + \frac{h_n - h_{k2}}{V_{раб2}} + \frac{h_n - h_{k3}}{V_{раб3}} + \frac{h_n - h_{k4}}{V_{раб4}} + \frac{h_n - h_{k5}}{V_{раб5}} + \frac{h_n - h_{k6}}{V_{раб6}}}{6}, \quad (11)$$

ность изнашивания – это отношение износа к обусловленному пути, на котором происходило изнашивание, или к объему выполненных работ, следовательно, интенсивность изнашивания лакокрасочного покрытия поверхности дна и шнека жатки можно представить как

$$I_{V_{раб.}} = \Delta h / V_{раб}, \quad (8)$$

где Δh – толщина изношенного слоя, мкм; $V_{раб}$ – объем выполненных работ, ц.

Так как интенсивность изнашивания лакокрасочного покрытия шнека и дна жаток на отдельных участках различна и их поверхности истираются неравномерно (от краев к середине), то расчет интенсивности изнашивания лакокрасочного покрытия для примера с 6 участками будет иметь вид:

для 1-го участка

$$I_{V_{раб1}} = (h_n - h_{k1}) / V_{раб1}, \quad (9)$$

где h_n – начальная толщина лакокрасочного покрытия, мкм;

h_{k1} – толщина лакокрасочного покрытия на первом участке после проведения уборочных работ, мкм;

для последующих участков

$$I_{V_{раби}} = (h_n - h_{ki}) / V_{раби}, \quad (10)$$

где h_{ki} – толщина лакокрасочного покрытия на i -м участке после проведения уборочных работ, мкм.

Таким образом, средняя интенсивность изнашивания лакокрасочного покрытия жатки уборочного комбайна в нашем случае будет иметь вид

После преобразования получим

$$I_{V_{\text{раб.ср.}}} = \frac{6(22h_n - 12h_{к1,6} - 6h_{к2,5} - 4h_{к3,4})}{W}, \quad (12)$$

или

$$I_{V_{\text{раб.ср.}}} = \frac{22h_n - 12h_{к1,6} - 6h_{к2,5} - 4h_{к3,4}}{M}. \quad (13)$$

В общем случае формула для расчета интенсивности изнашивания жатки уборочного комбайна будет иметь вид

$$I_{V_{\text{раб.ср.}}} = \frac{\frac{\Delta h_1}{V_{\text{раб}1}} + \frac{\Delta h_2}{V_{\text{раб}2}} + \dots + \frac{\Delta h_i}{V_{\text{раб}i}}}{n}, \quad (14)$$

или

$$I_{V_{\text{раб.ср.}}} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{\Delta h_i}{V_{\text{раб}i}}}{n}, \quad (15)$$

где Δh_i – потеря толщины покрытия на i -м участке поверхности, мкм; $V_{\text{раб}i}$ – объем выполненных работ (количество пройденной зернорастительной массы) на i -м участке поверхности, ц; n – количество участков.

Полученное аналитическое выражение позволяет определить интенсивность изнашивания лакокрасочного покрытия, в том числе и на их отдельных участках днища и шнека жатки уборочных комбайнов.

Выводы. Выявлено, что на производительность шнека уборочного комбайна существенно влияет фактическое состояние поверхности днища и шнека жатки, по которой транспортируется убираемая зернорастительная масса.

Определен характер износа лакокрасочного покрытия поверхности днища и шнека жатки зерноуборочного комбайна и выявлено, что интенсивность изнашивания лакокрасочного покрытия на этих поверхностях неравномерна, уменьшается от середины жатки к ее краям и зависит от наработки.

Проведенные исследования свидетельствуют о необходимости разработки технологических процессов окрашивания поверхностей днища и шнека жатки уборочных комбайнов, учитывающих специфику работы и интенсивность изнашивания лакокрасочного покрытия жатки с целью формирования покрытия, устойчивого к истиранию.

Литература

1. Зотов А.А. К обоснованию параметров транспортера зернового вороха // Повышение эффективности уборочных работ. – Зерноград, 1983. – 163 с.
2. Груздев И.Э., Мирзоев Р.Г., Янков В.И. Теория шнековых устройств. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1978. – 144 с.
3. Ханин Д.А., Пчельников А.В., Железнов А.А. [и др.]. Особенности транспортирования растительной массы шнеком жатки зерноуборочного комбайна // Мат-лы регион. науч.-практ. конф. студентов и аспирантов (11 ноября 2015 г.) / Новосиб. гос. аграр. ун-т. – Новосибирск, 2015.
4. Тенненбаум М.М. Сопротивление абразивному изнашиванию. – М.: Машиностроение, 1976. – 271 с.
5. Бартенев Г.М., Лаврентьев В.В. Трение и износ полимеров. – Л.: Химия, 1972. – 240 с.

Literatura

1. Zotov A.A. K obosnovaniju parametrov transportera zernovogo voroha // Povyshenie jeffektivnosti uborochnyh rabot. – Zernograd, 1983. – 163 s.
2. Gruzdev I.Je., Mirzoev R.G., Jankov V.I. Teorija shnekovyh ustrojstv. – L.: Izd-vo Leningr. un-ta, 1978. – 144 s.
3. Hanin D.A., Pchel'nikov A.V., Zheleznov A.A. [i dr.]. Osobennosti transportirovanija rastitel'noj massy shnekom zhatki zernouborochnogo kombajna // Mat-ly region. nauch.-prakt. konf. studentov i aspirantov (11 nojabrja 2015 g.) / Novosib. gos. agrar. un-t. – Novosibirsk, 2015.
4. Tennenbaum M.M. Soprotivlenie abrazivnomu iznashivaniju. – M.: Mashinostroenie, 1976. – 271 s.
5. Bartenev G.M., Lavrent'ev V.V. Trenie i iznos polimerov. – L.: Himija, 1972. – 240 s.