

Литература

1. ВСН 137-89. Проектирование, строительство и содержание зимних автомобильных дорог в условиях Сибири и Северо-Востока СССР.
2. Руководство по эксплуатации гражданских аэродромов Российской Федерации (РЭГА РФ-94). – М.: Воздушный транспорт, 1995. – 232 с.
3. Борьба со снегом и гололедом на транспорте: мат-лы 2-го Междунар. симп. (15–19 мая 1978 г., г. Ганновер) / пер. с англ. Л.Я. Менис, М.Н. Шипковой / под ред. А.П. Васильева. – М.: Транспорт, 1986. – 216 с.
4. Борьба с зимней скользкостью на автомобильных дорогах / Г.В. Бялобжеевский [и др.]. – М.: Транспорт, 1975. – 175 с.



УДК 631.358

А.Л. Собачкин

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ И РЕЖИМОВ РАБОТЫ ПЛАТФОРМЫ-ПОДБОРЩИКА ППК-4 ДЛЯ УБОРКИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Рассмотрены технологические и конструктивно-кинематические особенности широкозахватной платформы-подборщика ППК-4 для уборки зерновых культур раздельным способом.

Ключевые слова: платформа-подборщик, режим работы, транспортерная лента, кинематический режим, зерновые культуры, уборка, потери урожая.

A.I. Sobachkin

THE THEORETICAL SUBSTANTIATION OF THE PICK-UP PLATFORM PPK-4 WORK PARAMETERS AND MODES FOR CEREAL CROP HARVESTING

The technological and construction-kinematic peculiarities of the wide-cut pick-up platform PPK-4 for the two-phase cereal crop harvesting are considered.

Key words: pick-up platform, operating mode, conveyer line, kinematic mode, cereal crops, harvesting, crop losses.

Введение. Раздельная уборка в настоящее время остается важным технологическим приемом в условиях Сибири. При раздельной уборке получается более высокий сбор урожая, чем при прямом комбайнировании. В отдельные годы этим способом убиралось до 90% площадей. В настоящее время потребность в комплексе машин для раздельного комбайнирования остается высокой [1].

Удовлетворение потребителей качественной, производительной техникой для раздельной уборки является первостепенной задачей для производителей техники. В настоящее время на ОАО «Производственное объединение «Красноярский завод комбайнов» ведутся работы по повышению производительности комбайнов. Уже поставлен на производство и выпускается серийно комбайн «Агромаш-Енисей 4121» производительностью 8–9 кг/с, выпускается опытно-промышленная партия комбайна «Агромаш-Енисей 5121» производительностью 10–12 кг/с и шириной молотилки 1500 мм.

Повышение производительности комбайнов достигают главным образом за счет увеличения ширины захвата жатки. При раздельной уборке, имея в хозяйстве валковые жатки с шириной захвата 6 и 10 м (особенно реверсивные), можно формировать сдвоенные валки, скошенные двумя жатками при работе их в паре с полосы шириной 6, 10, 12, 16 и 20 м [2]. Подборщиками с шириной захвата 2,75–3,0 м, предназначенными для подбора одинарных валков, убирать такие валки не получится. В связи с этим возникает необходимость в подборе сдвоенных валков подборщиками с увеличенной шириной захвата. Устанавливать такой подборщик эффективнее не на широкозахватные жатки, а на специальную платформу.

Одним из важнейших резервов увеличения производства зерна является сокращение потерь его при уборке. Анализ результатов работы зерноуборочных комбайнов показывает, что наибольшие потери урожая возникают за подборщиком и составляют до 70% от общих потерь за комбайном [3]. Для сокращения потерь урожая в хозяйствах производят переоборудование рабочих органов подборщиков, оснащение подборщиков дополнительными приспособлениями. Известные конструкции подборщиков не удовлетворяют требованиям, предъявляемым на сегодняшний день. Полотенно-транспортерные подборщики, получившие широкое распространение, имеют также следующие недостатки: большое количество изломов металлических пальцев в местах изгиба на производстве и в результате эксплуатации; отсутствует фиксация пальца от проворота в сторону по направлению вращения полотна; во время выполнения технологического процесса не выдерживаются расчетная длина и угол атаки пальца; сильный износ и высокое относительное удлинение транспортерной ленты; повышенные энергозатраты на привод транспортера; повреждение колоса зерновых культур металлическими пальцами и их креплением; повышенный шум и вибрация во время выполнения технологического процесса; низкая надежность в осложненных условиях уборки в Сибири.

Цель исследования – повысить эффективность раздельной уборки путем применения платформы-подборщика с измененными рабочими органами. В связи с поставленной целью необходимо решить следующие задачи исследования:

- 1) выявить влияние конструктивных и технологических параметров платформы-подборщика на качественные показатели ее работы;
- 2) обосновать кинематический режим рабочих органов платформы-подборщика.

На основе теоретических и экспериментальных исследований, проводимых в ОАО «Проектный конструкторско-технологический институт комбайностроения» и Назаровском филиале ОАО «ПО «Красноярский завод комбайнов», разработан опытный образец платформы-подборщика ППК-4 для нового комбайна «Агромаш-Енисей 5121» с измененными рабочими органами по патентам № 58286 [4] и № 59936 [5]. Рабочие органы платформы-подборщика – подбирающие пластмассовые пальцы транспортерной ленты. Подобная лента до настоящего времени не применялась на современных подборщиках. Она является легкой, прочной, исключает повреждение колоса сельскохозяйственных структур, а также имеет низкое относительное удлинение, что позволяет упростить механизм натяжения и его обслуживание, снизить шум, вибрации, исключить забивание стеблями скатной доски. Данная лента состоит из двух слоев ткани полиамидной технической и резиновой прослойки между ними. Ткань со стороны рабочего и нерабочего слоев покрыта тонким слоем резины, стойкой к эрозии, ультрафиолетовым лучам и износу. По всей рабочей поверхности ленты в шахматном порядке расположены пластмассовые двойные подбирающие пальцы. Жесткое крепление пальца к ленте осуществляется специальным болтом с квадратным подголовком и конической головкой и специальной гайкой. Стыковка концов транспортерной ленты осуществляется при помощи механических соединителей, выполненных из круглой проволоки в виде скоб и соединительного стержня, продетого сквозь механические соединители обоих концов ленты. Данное соединение довольно прочное и повышает работоспособность транспортера.

Технологический процесс работы платформы-подборщика с измененными рабочими органами аналогичен технологическому процессу серийного образца и происходит следующим образом. При движении по валку комбайна подбирающие пальцы транспортера подборщика поднимают валок, прочесывают стерню, подбирая провалившиеся в нее стебли, и подают подобранный массу к шnekу платформы. Нормализатор поджимает хлебную массу к транспортеру, препятствуя раздуванию массы ветром, и направляет ее под шnek жатки. Переместив подобранные стебли к шnekу, подбирающие пальцы при дальнейшем движении входят в контакт с кромкой стеблесъемника и освобождаются от оставшихся на них стеблей. Скатная доска стеблесъемника обеспечивает подачу снятых стеблей под шnek платформы. Далее стебли подаются на битер проставки и далее транспортером наклонной камеры в молотилку комбайна.

Методы и результаты исследования. Исследование технологического процесса подбора валка, выполняемого платформой-подборщиком ППК-4 с пластмассовыми подбирающими пальцами, проводилось в агрегате с комбайном «Агромаш-Енисей 5121» на полях опытных хозяйств Сибирской машиноиспытательной станции при подборе сдвоенных валков пшеницы в 2008–2009 гг., сформированных зерновыми жатками ЖВЗ-9,2 и ЖВЗ-10,7-04 с шириной прокоса 19,4 м и жаткой ЖВН-6 с шириной прокоса 11,65 м. Качество подбора скошенных стеблей оценивалось потерями свободным зерном и зерном в срезанных колосьях.

Наиболее существенное влияние на процесс работы платформы-подборщика оказывает его кинематический режим, т.е. частота вращения приводного вала транспортера, которая определяется в зависимости от поступательной скорости комбайна и показателя кинематического режима λ .

На рисунке 1 каждый элемент транспортера, а именно подбирающий палец, совершает сложное движение. Абсолютное движение каждой точки пальца складывается из вращательного, относительно оси приводного вала с угловой скоростью ω , и переносного, вместе с поступательным движением комбайна со скоростью V_k .

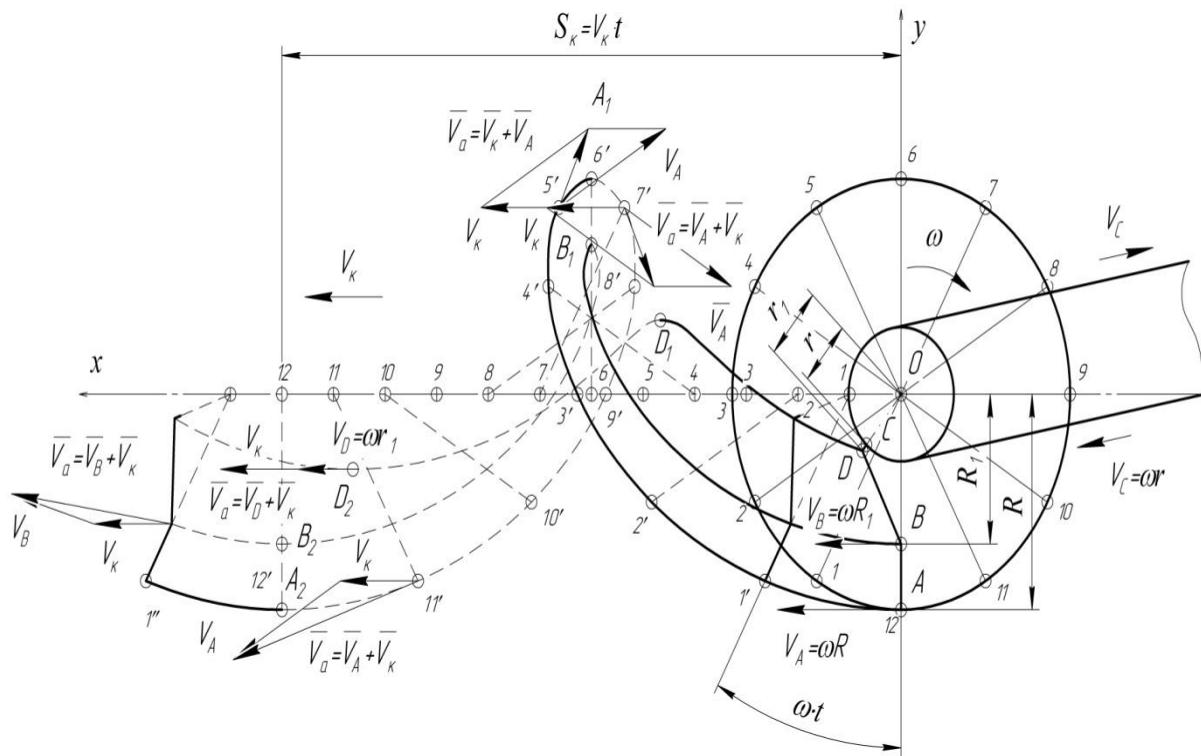


Рис. 1. Схема построения абсолютной траектории подбирающего элемента платформы-подборщика

Траектория конца пальца представляет собой периодическую кривую – трохоиду, параметрически задающую ее в координатах XY , где основные величины связаны соотношением

$$S_k = 2\pi R \cdot \lambda, \quad (1)$$

где S_k – путь, пройденный комбайном за один оборот приводного вала платформы-подборщика, м;
 R – расстояние от оси приводного вала платформы-подборщика до конца пальца, м;
 λ – показатель кинематического режима, безразмерная величина.

Показатель кинематического режима λ задается соотношением

$$\lambda = \frac{V_k}{V_A}, \quad (2)$$

где V_k – поступательная скорость комбайна, м/с;

V_A – скорость пальца в точке A , м/с.

Путь, пройденный комбайном за один оборот приводного вала платформы-подборщика S_k , определяется по формуле

$$S_k = V_k \cdot t = S_A \cdot \lambda, \quad (3)$$

где t – время одного оборота вала подборщика, с;

S_A – расстояние, пройденное точкой A пальца, м.

Конец пальца за один оборот ротора пройдет путь S_A .

$$S_A = 2\pi \cdot R. \quad (4)$$

Оптимальная частота вращения приводного вала платформы-подборщика определяется путем преобразования формулы (4) в следующий вид:

$$S_A = \omega R \cdot t, \quad (5)$$

где ω – угловая скорость ротора, рад/с;
 t – время одного оборота вала подборщика, с.

Угловая скорость ведущего вала взаимосвязана с числом оборотов зависимостью

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30}, \quad (6)$$

где n – число оборотов вала подборщика, об/мин.

Конец пальца за один оборот вала пройдет путь S_A , определяемый по формуле

$$S_A = \frac{\pi \cdot n \cdot R \cdot t}{30}. \quad (7)$$

После чего выражение (3) примет вид

$$V_\kappa = \frac{\pi \cdot R \cdot n \cdot \lambda}{30}. \quad (8)$$

Отсюда частота вращения приводного вала платформы-подборщика в зависимости от поступательной скорости комбайна составит

$$n = \frac{30V_\kappa}{\pi \cdot R \cdot \lambda}. \quad (9)$$

Если принять конструктивный параметр $R=0,165$ м, выражение (9) преобразуется в следующий вид:

$$n = \frac{58V_\kappa}{\lambda}. \quad (10)$$

Если принять скорость комбайна в километрах в час, выражение (10) – зависимость частоты вращения ведущего вала подборщика – примет вид

$$n = \frac{16V_\kappa}{\lambda}. \quad (11)$$

На рисунке 2 представлены зависимости частоты вращения приводного вала платформы-подборщика n от поступательной скорости комбайна V_κ при уровнях показателя кинематического режима λ .

В результате проведенных исследований установлено, что при соблюдении оптимального кинематического режима платформа-подборщик соответствует требованиям ТУ по основному показателю качества технологического процесса. По данным лабораторно-полевых исследований на Сибирской машиноиспытательной станции, суммарные потери зерна в результате работы платформы-подборщика не превышают 0,5 % при показателе кинематического режима $\lambda=0,39-0,6$ и скоростях движения комбайна от 5,6 до 9,5 км/ч.

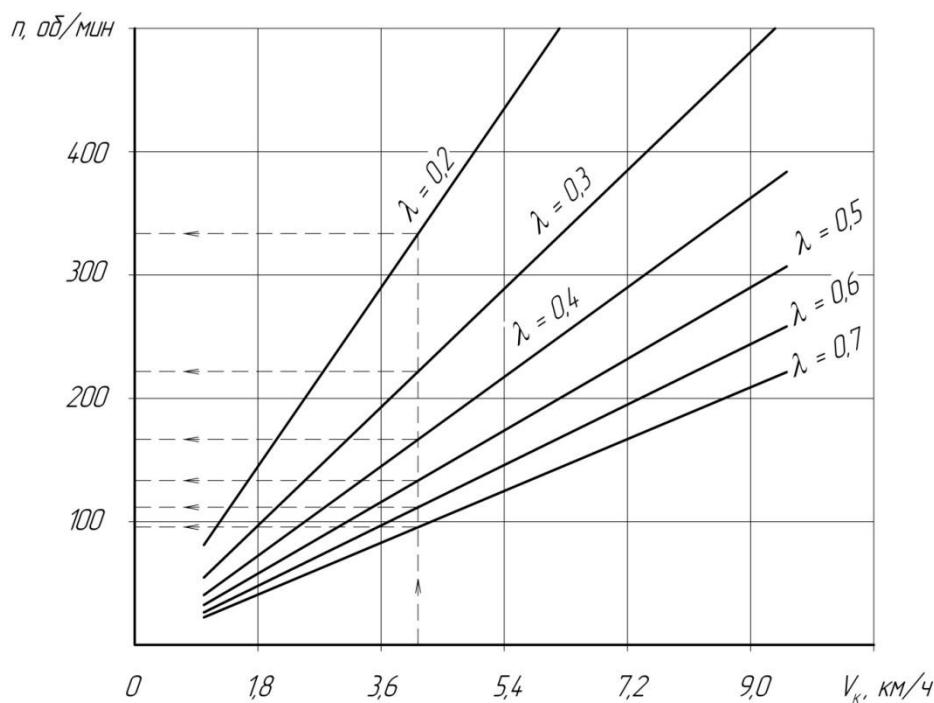


Рис. 2. Зависимости частоты вращения приводного вала платформы-подборщика от поступательной скорости комбайна: n – частота вращения приводного вала платформы-подборщика, об/мин; V_k – поступательная скорость комбайна, км/ч

Выводы

- Графоаналитическим построением обоснована схема воздействия рабочего элемента транспортерной ленты – подбирающего пальца на валок зерновых культур. Абсолютная траектория рабочего элемента транспортерной ленты представляет собой трохоиду, параметры которой зависят от соотношения окружной скорости транспортера и поступательной скорости комбайна.
- Выявлены зависимости частоты вращения приводного вала платформы-подборщика от поступательной скорости движения комбайна.
- Экспериментально определены оптимальные значения показателя кинематического режима λ . При подборе валков зерновых культур на скоростях движения комбайна от 5,6 до 9,5 км/ч $\lambda=0,39-0,6$.

Литература

- Чепурин Г.Е. Инженерно-технологическое обеспечение процесса уборки зерновых в экстремальных условиях. – Новосибирск, 2000. – 228 с.
- Уборка и послеуборочная обработка зерновых культур в экстремальных условиях Сибири / Г.Е. Чепурин [и др]. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2011. – 176 с.
- Пугачев А.Н. Контроль качества уборки зерновых культур. – М.: Колос, 1980. – 255 с.
- Пат. № 58286 U1 RU, МПК7 A01D89/00. Двойной подбирающий палец стеблей сельскохозяйственных культур / А.М. Мартынов. – № 2006126192/22; заявл. 19.07.2006; опубл. 27.11.2006, Бюл. № 33.
- Пат. № 59936 U1 RU, МПК7 A01D61/00. Транспортерная лента подборщика стеблей сельскохозяйственных культур / А.М. Мартынов. – № 2006128749/22; заявл. 07.08.2006; опубл. 10.01.2007, Бюл. № 1.

