

УДК 631.354.2

Обоснование модели для описания конфигурации валка хлебной массы при подборе его подборщиком

С. М. Красноступ, О. Н. Лесняк

(Донской государственной технической университет),

А. Д. Азаров

(Научно-исследовательский институт механики и прикладной математики им. И. И. Воровича Южного федерального университета)

На основе уравнения цепной линии смоделирована конфигурация валка при подборе его подборщиком. Это позволяет выполнять анализ процесса подбора валка и взаимодействия пальцев подборщика с валком во всех зонах подбора с целью уменьшения потерь зерна при уборке урожая.

Ключевые слова: подборщик, валок, модель валка, цепная линия.

Введение. Увеличение производства зерна остаётся основной задачей сельскохозяйственного производства на ближайшие годы. При этом доминирующим способом уборки зерновых является уборка с помощью зерноуборочных комбайнов с широким распространением отдельного комбайнирования.

Однако необходимо отметить, что, несмотря на постоянное совершенствование уборочной техники и способов уборки, потери зерновых значительно превышают нормативные [1—3] и вопрос их снижения остаётся актуальным.

Для подбора уложенных жаткой валков (в процессе уборки отдельным комбайнированием) применяются различные типы навесных подборщиков. В последние годы наиболее распространённым типом подборщика являются полотно-транспортёрные. Они конструктивно проще и надёжнее в работе по сравнению с другими типами подборщиков. Но, как показала практика, потери зерна за полотно-транспортёрными подборщиками при их эксплуатации, как и за подборщиками других типов, значительно превышают нормативные.

В настоящее время существует достаточно много патентных предложений по совершенствованию конструкции подборщиков и аналитических работ, направленных на улучшение технологического процесса их работы [4—9], но снижение потерь зерна до нормативных значений остаётся нерешённой задачей.

Во многом это обусловлено тем, что мероприятия, предпринимаемые для уменьшения потерь за подборщиком, осуществляются в большинстве случаев интуитивно ввиду отсутствия общей картины процессов, имеющих место при подборе валка подборщиком. Аналитические исследования [4—9], в свою очередь, выполнены достаточно давно и относятся, как правило, к подборщикам барабанного типа. В основном они направлены на изучение потерь зерна, возникающих вследствие несоблюдения кинематического режима работы подборщика [4—8], движения валка по подборщику, колебаний пальцев подборщика в толще валка [9], а также колебаний подборщика в вертикальной плоскости при подборе валка [10].

Общей картины подбора валка с точки зрения взаимодействия пальцев подборщика с валком во всех зонах подбора, а тем более с его нижней частью, в работах [4—10] не прослеживается.

Кроме того, указанные исследования не имеют целостного характера и не позволяют рассмотреть причины возникновения потерь зерна за подборщиком в полном объёме. В свою очередь, конструктивно-технологические особенности полотно-транспортёрных подборщиков не допускают полноценного использования имеющихся в литературе аналитических зависимостей при рассмотрении процесса работы данных подборщиков.

Таким образом, для изучения причин возникновения потерь зерна за полотняно-транспортёрным подборщиком необходим комплексный подход при рассмотрении самого процесса подбора валка, важнейшей целью которого является анализ взаимодействия пальцев подборщика с валком в различных условиях эксплуатации.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать универсальную модель, описывающую конфигурацию валка в процессе подбора его подборщиком;
2. Исследовать кинематику движения пальца подборщика на нижней ветви транспортёра при различных условиях эксплуатации.

В рамках данной статьи представлено решение первой из перечисленных задач.

Обоснование выбора модели для описания конфигурации валка в зоне подбора. Предварительный анализ научно-технической литературы показал, что на сегодняшний день существуют две модели, описывающие конфигурацию валка при подборе его барабанным подборщиком, представленные В. Н. Гячевой [9] и группой авторов — В. И. Колесниковым, А. А. Ляхом и Н. Г. Поповым [10].

Первая из них [9] предназначена для исследования движения подбираемого валка по барабанному подборщику. Автор рассматривает валок как упруго-деформируемую балку (однородную, изотропную, для которой применим закон Гука), лежащую на стерне и поднимаемую цилиндрическим катком. Такой подход позволил В. Н. Гячевой получить дифференциальное уравнение упругой линии валка, которое, по мнению автора, даёт возможность решать практические задачи, такие, как определение величины сил, действующих на валок и подборщик.

Вторая модель [10] представляет валок в виде дискретной модели, состоящей из набора отдельных масс и упругих связей между ними. Данная модель предложена авторами для решения конкретной задачи — изучения потерь зерна вследствие колебаний подборщика в вертикальной плоскости при движении его по полю — и не позволяет, на наш взгляд, исследовать именно сам процесс подбора валка.

Следует отметить, что представленные модели валка разработаны для решения локальных задач и не являются универсальными, не позволяют всесторонне исследовать взаимодействие пальцев подборщика с валком во всех зонах подбора.

Кроме того, как показывает практика, в зависимости от кинематического режима работы подборщика конфигурация валка в процессе подбора изменяется, то есть валок может растягиваться или сгуживаться перед подборщиком. Соответственно, и точка отрыва валка от стерни является «плавающей», то есть будет отдаляться или приближаться к подборщику. А значит, и прогиб (провисание) валка будет меньше или больше. Моделирование такого поведения валка в процессе подбора в указанных работах [9, 10] не реализуется.

Наблюдения в полевых условиях за технологическим процессом работы жатки и подборщиков валков зерновых культур (барабанных и полотняно-транспортёрных) показали, что валок при подъёме его с поверхности почвы пальцами подборщика и подаче на верхнюю часть подборщика приобретает (за счёт провисания под собственным весом) некоторую конфигурацию, аналогичную кривой, образуемой свободно свисающей цепью, один конец которой закреплён на определённой высоте, а второй — свободно лежит на горизонтальной поверхности.

Эти наблюдения подтверждает и простой эксперимент. Если закрепить конец валка между двумя планками и поднимать его, то до определённой высоты подъёма конфигурация валка будет представлять кривую, аналогичную цепной линии. При определённой высоте подъёма конца валка произойдёт его разрыв.

С учётом полевых наблюдений и экспериментального исследования можно сделать следующие выводы:

а) в реальных условиях структура валка, образуемого валковой жаткой, характеризуется стохастическим порядком укладки стеблей, обусловленным целым рядом факторов — состоянием хлебостоя, физико-механическими свойствами убираемой культуры, конструктивными особенностями жатки и т. д.;

б) конфигурация валка в зоне подбора его подборщиком представляет собой некую кривую, аналогичную конфигурации свободно свисающей цепной линии, одним концом закреплённой на определённой высоте, в то время как второй конец её расположен на почве.

Сохранение формы валка и его целостности обеспечивается только за счёт сил трения и сцепления между стеблями и колосьями как между собой, так и друг с другом. Это обстоятельство обуславливает, с одной стороны, определённую гибкость валка в поперечном направлении, а с другой стороны, возможность его подбора без разрыва (при соблюдении оптимального кинематического режима) любым типом подборщиков.

При этом на качество работы подборщика решающее значение будут оказывать такие характеристики валка, как ширина, толщина и плотность укладки стеблей, которые влияют также и на степень провисания валка при подборе, и на осевое усилие, при котором может произойти разрыв валка.

Учитывая вышеизложенное, можно сделать вывод, что к модели, описывающей конфигурацию валка в процессе подбора и позволяющей изучить процессы, происходящие во всех зонах подбора, могут быть предъявлены следующие требования:

а) модель должна быть универсальной, способной охарактеризовать конфигурацию валка при подборе его любым типом подборщика;

б) модель валка должна быть максимально приближенной к реальным условиям, то есть отражать как технологические параметры самого валка (плотность, толщину и др.), так и конфигурацию валка в процессе его подбора подборщиком при различных режимах его работы;

в) модель должна обеспечить возможность анализа взаимодействия валка с пальцами подборщика в зоне подбора, в зоне перемещения валка для последующей транспортировки и, наконец, в зоне перемещения валка к жатке комбайна.

Если принять допущение, что валок в зоне подбора его подборщиком однороден, имеет одинаковую толщину и плотность укладки стеблей, то, говоря о модели, способной описать конфигурацию валка в зоне подбора его подборщиком любого типа, с учётом требований, предъявляемых к такой модели, можно утверждать, что такой модели наиболее полно соответствует цепная линия (гибкая нерастяжимая нить), один конец которой находится на поверхности подбieraющего устройства, а другой — на стерне (далее — почве).

Данная модель конфигурации валка в виде цепной линии позволяет изучить технологический процесс подбора валка во всех зонах подбора.

Моделирование конфигурации валка в процессе подбора его полотняно-транспортёрным подборщиком. Считаем, что цепная линия спадает с транспортёра, изгибается и ложится на почву (стерню). Данный вид цепной линии будет имитировать конфигурацию нижнего контура валка в процессе подбора его подборщиком.

В реальных условиях валок не является одномерной конструкцией как цепная линия, а имеет определённую толщину. При этом часть валка, лежащая на транспортёре, и горизонтальная часть валка (лежащая на почве) соединяются криволинейным слоем.

Важной характеристикой формы валка является радиус кривизны (определяющий провисание валка). Как показывают исследования, в каждой точке цепной линии имеется определённое значение радиуса кривизны, причём значение радиуса в точке сопряжения с валом и радиуса кривизны в точке соединения валка с почвой будут различны. На качество подбора валка большое влияние оказывает величина радиуса кривизны в точке соприкосновения валка с почвой — чем меньше радиус кривизны, тем более круто изменяется форма кривой в окрестности этой точ-

ки. В случае большого радиуса кривизны валок будет сильно вытянут (что предполагает большое натяжение), и наоборот — при малом радиусе кривизны провисающая часть валка будет короче по горизонтали (происходит его складывание).

Форма валка (а значит, и радиус кривизны) зависит от кинематического режима работы подборщика. В процессе подбора недопустимо, чтобы валок сгруживался (складывался в зоне подбора) перед подборщиком. Поэтому, в соответствии с принятыми нами допущениями о свойствах валка в зоне подбора, для описания ограничения складывания валка будем считать (по аналогии с теорией изгиба балок), что плоские сечения валка, нормальные к срединной плоскости, не могут при деформировании проходить друг сквозь друга. Указанное условие выполняется только в том случае, если радиус кривизны валка равен или больше толщины валка. В нашем случае для расчёта формы валка, соответствующей оптимальному технологическому процессу подбора валка (то есть без складывания и чрезмерного растягивания валка), наименьший радиус кривизны (который наблюдается в точке Z , рис. 1) принят равным толщине валка. Если радиус кривизны валка будет больше толщины валка, возникают большие усилия растяжения валка, что приводит к его разрыву (потере целостности).

Таким образом, радиус кривизны модели валка является важной характеристикой валка, определяющей изменение его формы по длине и степень крутизны провисания в процессе подбора.

Учитывая вышеизложенное, имеем:

— конфигурация кривой при указанном расположении цепной линии описывает нижний контур валка;

— цепная линия непрерывна и имеет одинаковые физико-механические свойства по всей длине;

— при расчёте параметров цепной линии для ограничения изгиба валка используем понятие радиуса кривизны, что позволит при определённых его значениях обеспечить оптимальный режим работы подборщика без сгруживания валка в зоне подбора или его разрыва.

Применительно к полотняно-транспортёрному подборщику модель валка будет выглядеть следующим образом.

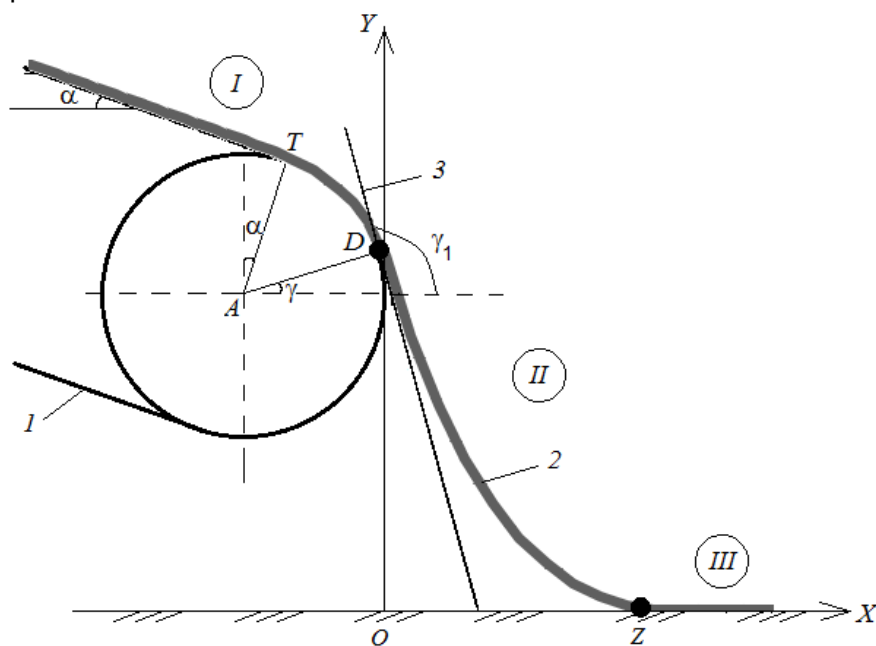


Рис. 1. Схема взаимодействия валка с подборщиком

Представим валок схематично линией, состоящей из трёх характерных частей (рис. 1). Первая часть (*I*) — это валок, находящийся на верхней ветви транспортёра до точки *D*, в которой он отходит от транспортёра. Вторая часть (*II*) начинается в точке *D* и заканчивается в точке контакта валка с почвой *Z*. Эта часть является висящей в воздухе. В третьей части (*III*), начиная с точки *Z*, валок располагается на стерне (почве).

По технологическим требованиям для качественного подбора валка необходимо, чтобы он непрерывной лентой поступал на транспортёр подборщика [1]. Естественно полагать, что все три части валка, обозначенные выше, образуют единую непрерывную гладкую кривую. Основной задачей является определение формы валка на участке *II*, то есть формы кривой *DZ*, включая положения точек *D* и *Z*. Именно на этом участке происходит контакт пальцев подборщика с валком.

В точке *D* валок направлен по касательной к транспортёрной ленте (к валу) и далее, свисая вниз, изгибается, а в точке *Z* плавно переходит на горизонтальную линию поверхности стерни. Такую форму можно описать уравнением цепной линии [11]

$$y(x) = \frac{a}{2} \left[\exp\left(\frac{x+c_1}{a}\right) + \exp\left(\frac{-(x+c_1)}{a}\right) \right] - c_2, \quad (1)$$

где $a = \frac{H}{\rho}$, H — горизонтальная составляющая натяжения нити, ρ — вес одного погонного метра нити; c_1 и c_2 — постоянные параметры интегрирования при выводе уравнения, определяющие положение нити в системе координат *XOY*.

Выберем систему координат так, что точка *D* имеет координату $x = 0$. Для рассматриваемого нами валка на участке *II* введём обозначения $b = -c_1$, $d = c_2$ и вычислим производные от функции формы

$$y(x) = \frac{a}{2} \left[\exp\left(\frac{x-b}{a}\right) + \exp\left(\frac{-(x-b)}{a}\right) \right] - d = a \cdot \operatorname{ch} \frac{x-b}{a} - d, \quad (2)$$

$$y'(x) = \operatorname{sh} \frac{x-b}{a}, \quad (3)$$

$$y''(x) = \frac{1}{a} \operatorname{ch} \frac{x-b}{a}. \quad (4)$$

При выборе формы используется также радиус кривизны валка

$$\rho(x) = \frac{\left[1 + (y'(x))^2\right]^{3/2}}{y''(x)} = a \operatorname{ch}^2 \frac{x-b}{a}. \quad (5)$$

Параметры a , b , d выбираются из граничных условий, с обеспечением гладкости единой формы валка, то есть в крайних точках *D* и *Z* выполняются условия

$$y(0) = c, \quad y(z) = 0$$

$$y'(0) = \operatorname{tg} \gamma_1, \quad y'(z) = 0,$$

где c — ещё один неизвестный параметр, высота точки «крепления» валка, то есть ордината точки *D* ($c = OD$ — расстояние от почвы до точки *D*), угол γ_1 — угол наклона касательной к валку в точке *D*. Таким образом, из граничных условий получаем соотношения

$$y(0) = a \cdot \operatorname{ch} \left(\frac{-b}{a}\right) - d = c \quad (6)$$

$$y'(0) = \operatorname{sh} \left(\frac{-b}{a}\right) = \operatorname{tg} \gamma_1 \quad (7)$$

$$y(z) = a \cdot \operatorname{ch}\left(\frac{z-b}{a}\right) - d = 0 \quad (8)$$

$$y'(z) = \operatorname{sh}\left(\frac{z-b}{a}\right) = 0 \quad (9)$$

Из формулы (9) следует, что $b = z$, а из формулы (8) $d = a$, и далее из (6) и (7)

$$c = \left(\operatorname{ch}\left(\frac{-z}{a}\right) - 1 \right) a \quad (10)$$

$$\operatorname{sh}\left(\frac{-z}{a}\right) = \operatorname{tg} \gamma_1 \quad (11)$$

Угол γ_1 , определяющий направление касательной в точке D (рис. 1), связан с углом γ , определяющим положение точки D на валу (угол между горизонтальной осью OX и линией AD).

$$\gamma_1 = \pi - \xi = \pi / 2 + \gamma \quad (12)$$

Линия AD перпендикулярна к касательной в точке D . В случае, если точка D находится на валу в точке перехода на транспортёр, этот угол наибольший $\gamma = \pi / 2 - \alpha$. Угол α — это угол наклона полотна транспортёра к почве (к горизонтальной оси OX). Если точка D находится на линии центра вала (в нижнем положении) угол наименьший $\gamma = 0$.

Касательная к валу подборщика в точке D является также касательной к свисающему валку в этой же точке и определяется следующим уравнением

$$y(x) = k_{\text{кас}} x + b_{\text{кас}} \quad (13)$$

$$k_{\text{кас}} = \operatorname{tg} \gamma_1 = -\operatorname{ctg} \gamma \quad (14)$$

$$b_{\text{кас}} = c \quad (15)$$

Для определения величины c воспользуемся значениями координат центра вала подборщика точки A ,

$$x_A = -r \cos \gamma, \quad y_A = c - r \sin \gamma \quad (16)$$

Из соотношения (10), учитывая симметричность функции гиперболического косинуса, получаем

$$\operatorname{ch}\left(\frac{z}{a}\right) = 1 + \frac{c}{a} \quad (17)$$

$$z = a \cdot \operatorname{Arch}\left(1 + \frac{c}{a}\right) \quad (18)$$

Из уравнения (11), с учётом соотношений (14) и свойства гиперболического синуса, находим

$$\operatorname{sh}\left(\frac{z}{a}\right) = \operatorname{ctg} \gamma \quad (19)$$

Из (19) получим z

$$z = a \cdot \operatorname{Arsh}(\operatorname{ctg} \gamma) \quad (20)$$

и, с учётом (18), приходим к уравнению для угла γ

$$\operatorname{Arsh}(\operatorname{ctg} \gamma) = \operatorname{Arch}\left(1 + \frac{c}{a}\right) \quad (21)$$

$$\gamma = \operatorname{arcctg}\left(\operatorname{sh}\left(\operatorname{Arch}\left(1 + \frac{c}{a}\right)\right)\right) \quad (22)$$

Из второго соотношения (16) и (22) следует уравнение для параметра c

$$c = y_A + r \sin\left(\operatorname{arcctg}\left(\operatorname{sh}\left(\operatorname{Arch}\left(1 + \frac{c}{a}\right)\right)\right)\right) \quad (23)$$

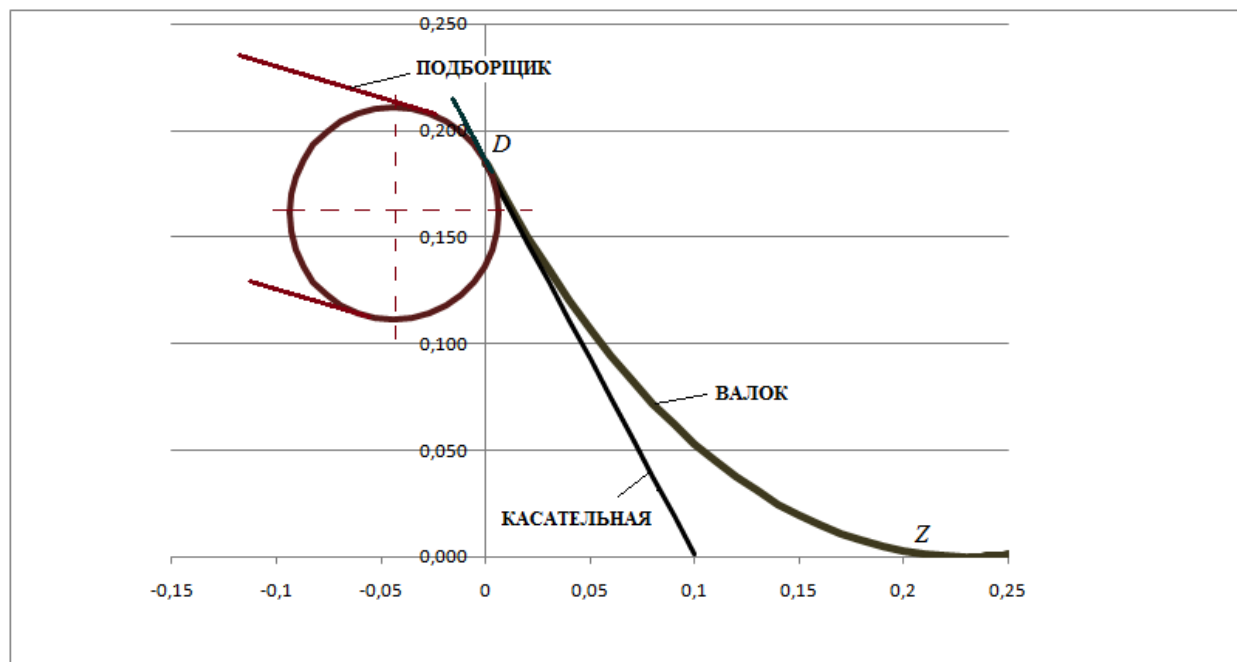


Рис. 2. Расчётная форма цепной линии, моделирующей валок

Учитывая упомянутое выше ограничение изгиба валка, считаем, что $\rho(x) \geq \delta_{\text{валка}}$. Анализ показывает, что минимальное значение $\rho(x)$ достигается в точке $x = z$

$$\rho(z) = a \quad (24)$$

Надо отметить, что параметр a отвечает за натяжение нити (см. (1)). Естественным при ограничении параметров валка будет использование минимального условия в неравенстве $\rho(x) \geq \delta_{\text{валка}}$

$$\rho(z) = \delta_{\text{валка}} \quad (25)$$

Таким образом,

$$a = \delta_{\text{валка}} \quad (26)$$

и уравнение валка приобретает вид

$$y(x) = a \left(\operatorname{ch} \frac{x-z}{a} - 1 \right) \quad (27)$$

Общий вид конфигурации валка, полученный в соответствии с уравнением (27) и представленный на рис. 2, является оценкой крайней нижней образующей валка при подборе.

Заключение. Данная модель допускает её развитие в направлении учёта изменения физико-механических и технологических свойств валка, а также разных кинематических режимов работы подборщика, когда происходит изменение величины z (длины зоны IL).

Полученная модель валка в виде цепной линии является универсальной моделью и позволяет:

- изучить технологический процесс подбора валка любым типом подборщика, учитывая как кинематический режим его работы, так и условия эксплуатации подборщика;
- изучить процессы, происходящие при подборе валка в целом и в зоне подбора при взаимодействии пальцев полотняно-транспортёрного подборщика с нижней частью валка.

Библиографический список

1. Теория, конструкция и расчёт сельскохозяйственных машин: учебник для вузов сельскохозяйственного машиностроения / Е. С. Босой [и др.]; под ред. Е. С. Босого. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Машиностроение, 1977. — 568 с.

2. Комарова, М. К. Борьба с потерями зерновых колосовых / М. К. Комарова, В. И. Недовесов. — Москва: Россельхозиздат, 1975. — 160 с.

3. Фёдоров, В. Ф. Контроль качества работы зерноуборочного комбайна / В. Ф. Фёдоров, М. В. Богиня // Проблемы современной аграрной науки: мат-лы междунар. заоч. науч. конф., Красноярск, 15 октября 2009 г. / КГАУ. — Красноярск, 2009. — С. 24—29.

4. Каскулов, М. Х. Проблемы уменьшения потерь зерна при уборке зерновых культур / М. Х. Каскулов, Ю. А. Шекихачев, М. Н. Малухов // Вопросы сельскохозяйственного производства: сб. науч. тр. — Москва, 1988. — С. 92—94.

5. Клёнин, Н. И. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины / Н. И. Клёнин, В. А. Сакун. — Москва: Колос, 1994. — 751 с. — (Учебники и учеб. пособия для высш. учебных заведений).

6. Зерноуборочные комбайны / Г. Ф. Серый [и др.]. — Москва: Агропромиздат, 1986. — 248 с.

7. Долгов, И. А. Уборочные сельскохозяйственные машины. (Конструкция, теория, расчёт): учебник. — Ростов-на-Дону: Изд. центр ДГТУ, 2003. — 707 с.

8. Гячева, В. Н. О механико-технологических основах теории подборщиков / В. Н. Гячева // Вопросы механизации и электрификации сельскохозяйственного производства: сб. ст. / РИСХМ. — Ростов-на-Дону: РИСХМ, 1972. — Вып. 15. — С. 21—24.

9. Гячева, В. Н. О движении вала как упруго-деформируемой балки / В. Н. Гячева // Вопросы механики деформируемых тел: сб. ст. / РИСХМ. — Ростов-на-Дону: РИСХМ, 1972. — С. 76—79.

10. Колесников, В. И. Моделирование технологического процесса подбора вала зерновых культур / В. И. Колесников, А. А. Лях, Н. Г. Попов // Динамика узлов и агрегатов сельскохозяйственных машин: сб. ст. — Ростов-на-Дону, 1980. — С. 116—120.

11. Рекач, В. Г. Руководство к решению задач прикладной теории упругости / В. Г. Рекач. — Москва: Высшая школа, 1973. — 302 с.

Материал поступил в редакцию 28.02.2012.

References

1. Teoriya, konstrukciya i raschyot sel'skoxozyajstvenny`x mashin: uchebnik dlya vuzov sel'skoxozyajstvennogo mashinostroeniya / E. S. Bosoj [i dr.]; pod red. E. S. Bosogo. — 2-e izd., pererab. i dop. — Moskva: Mashinostroenie, 1977. — 568 s. — In Russian.

2. Komarova, M. K. Bor`ba s poteryami zernovy`x kolosovy`x / M. K. Komarova, V. I. Nedovesov. — Moskva: Rossel`xozizdat, 1975. — 160 s. — In Russian.

3. Fyodorov, V. F. Kontrol` kachestva raboty` zernouborochnogo kombajna / V. F. Fyodorov, M. V. Boginya // Problemy` sovremennoj agrarnoj nauki: mat-ly` mezhdunar. zaoch. nauch. konf., Krasnoyarsk, 15 oktyabrya 2009 g. / KGAU. — Krasnoyarsk, 2009. — S. 24—29. — In Russian.

4. Kaskulov, M. X. Problemy` umen`sheniya poter` zerna pri uborke zernovy`x kul`tur / M. X. Kaskulov, Yu. A. Shekixachev, M. N. Maluxov // Voprosy` sel'skoxozyajstvennogo proizvodstva: sb. nauch. tr. — Moskva, 1988. — S. 92—94. — In Russian.

5. Klyonin, N. I. Sel'skoxozyajstvenny`e i meliorativny`e mashiny` / N. I. Klyonin, V. A. Sakun. — Moskva: Kolos, 1994. — 751 s. — (Uchebniki i ucheb. posobiya dlya vy`ssh. uchebny`x zavedenij). — In Russian.

6. Zernouborochny`e kombajny` / G. F. Sery`j [i dr.]. — Moskva: Agropromizdat, 1986. — 248 s. — In Russian.

7. Dolgov, I. A. Uborochny`e sel'skoxozyajstvenny`e mashiny`. (Konstrukciya, teoriya, raschyot): uchebnik. — Rostov-na-Donu: Izd. centr DGTU, 2003. — 707 s. — In Russian.

8. Gyacheva, V. N. O mexaniko-texnologicheskix osnovax teorii podborshnikov / V. N. Gyacheva // Voprosy` mexanizacii i e`lektifikacii sel`skoxozyajstvennogo proizvodstva: sb. st. / RISXM. — Rostov-na-Donu: RISXM, 1972. — Vy`p. 15. — S. 21—24. — In Russian.

9. Gyacheva, V. N. O dvizhenii valka kak uprugo-deformiruemoj balki / V. N. Gyacheva // Voprosy` mexaniki deformiruemy`x tel: sb. st. / RISXM. — Rostov-na-Donu: RISXM, 1972. — S. 76—79. — In Russian.

10. Kolesnikov, V. I. Modelirovanie texnologicheskogo processa podbora valka zernovy`x kul`tur / V. I. Kolesnikov, A. A. Lyax, N. G. Popov // Dinamika uzlov i agregatov sel`skoxozyajstvenny`x mashin: sb. st. — Rostov-na-Donu, 1980. — S. 116—120. — In Russian.

11. Rekach, V. G. Rukovodstvo k resheniyu zadach prikladnoj teorii uprugosti / V. G. Rekach. — Moskva: Vy`sshaya shkola, 1973. — 302 s. — In Russian.

MODEL VALIDATION FOR DESCRIPTION OF SWATH CONFIGURATION IN PICKUP ZONE

S. M. Krasnostup, O. N. Lesnyak

(Don State Technical University),

A. D. Azarov

(Research Institute of Mechanics and Applied Mathematics, Southern Federal University)

On the basis of catenary equation the swath configuration in the pickup zone has been simulated. It permits to analyze the pickup process and the fingers — roll interaction in all pickup zones for the purpose of crop waste saving.

Keywords: *pick-up, roll, model of roll, catenary.*