

УДК 631.35

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА УБОРКИ СОИ МЕТОДОМ ОЧЁСА НА КОРНЮ

Панасюк А.Н., Кувшинов А.А., Мазнев Д.С.

ФГБНУ «Дальневосточный научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства», Благовещенск, e-mail: or-gi@mail.ru

Рассмотрены проблемы, возникающие при уборке сои традиционным способом – комбайнами с молотильно-сепарирующим устройством (МСУ). Рассмотрен анализ различных технологий уборки полевых культур, который показал, что по критерию «максимум производительности при минимуме энергозатрат» и допустимом нормальном давлении движителей на почву одной из перспективных считается технология уборки сельскохозяйственных культур методом очёса растений на корню. Рассмотрена уборка сои как взаимодействие двух подсистем: биологической и технической, каждая из которых включает ряд факторов, в той или иной мере влияющих на процесс очёса. Предложен способ уборки сои методом очёса, который позволяет снизить воздействие ходовой части на почву, упростить конструкцию уборочной машины и снизить расход топлива. Для изучения процесса влияния биологической подсистемы на уборочный процесс очёсом в полевых условиях исследованы факторы состояния культуры к началу уборки. Представлена схема взаимодействия биологической и технической подсистем уборочного процесса сои очёсом.

Ключевые слова: комбайн; обмолот, полевая машина, очёс на корню, технология

SOY CLEANING PROCESS IMPROVEMENT BY THE TOW METHOD ON ROOT

Panasyuk A.N., Kuvshinov A.A., Maznev D.S.

Far Eastern Scientific Research Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture, Blagoveshchensk, e-mail: or-gi@mail.ru

The problems arising when cleaning soy in the traditional way – combines with the molotilno-separating device (MSD) are considered. The analysis of various technologies of cleaning of field cultures which has shown that by criterion «productivity maximum at a minimum of energy consumption» and the admissible normal pressure of propellers upon the soil of one of perspective is considered technology of harvesting method of tow of plants on a root is considered. Soy cleaning as interaction of two subsystems is considered: biological and technical, each of which includes a number of the factors to some extent influencing tow process. The way of cleaning of soy is offered by method of tow which allows to reduce impact of a running gear on the soil, to simplify a design of the harvester and to cut fuel consumption. For studying of process of influence of a biological subsystem on harvest process tow in field conditions has investigated factors of a condition of culture by the beginning of cleaning. The scheme of interaction of biological and technical subsystems of harvest process of soy is submitted by tow.

Keywords: combine, the thresh, the field machine, tow on a root, technology

За последние 15–20 лет единичная мощность зерноуборочной техники увеличилась в 1,5–3,0 раза, а ее масса – в 2–3 раза. Как следствие, резко возросли нагрузки на почву, в частности таких комбайнов, как КЗС «Vector 410», «ACROS 530», КЗС-1218 «Амур-Палессе», «Mega 350», «Tucano 430», применяемых на уборке сои и зерновых культур в дальневосточном регионе [1]. К примеру, колесный комбайн КЗС-1218-40 «Амур-Палессе» с полной массой 22,9 тонны имеет нижний уровень давления под передними колесами 211 кПа, а под задними – 431 кПа, комбайн ACROS 530 соответственно под передними колесами – 193 кПа, под задними колесами – 261 кПа (при допустимом нормальном давлении для переувлажненных почв не более 50 кПа).

Степень воздействия антропогенной нагрузки на экосистемы стала настолько велика, что следует говорить об опасности неотвратимой потери плодородия почв и прогрессирующей деградации агрофитоценозов.

Анализ различных технологий уборки полевых культур [2] показал, что по критерию «максимум производительности при минимуме энергозатрат» и допустимом нормальном давлении движителей на почву одной из перспективных считается технология уборки сельскохозяйственных культур методом очёса растений на корню. Но исследования в данном направлении проводились в основном только на зерновых и метельчатых культурах [3]. В Дальневосточном федеральном округе основные площади отводятся под выращивание сои [4]. Для ее уборки методом очёса необходимо создать новую полевую машину, которая позволит решить следующие задачи:

1. Уменьшить антропогенное воздействие ходовой части комбайна на почву, за счёт снижения его массы.

2. Повысить производительность комбайна за счёт исключения молотильно-сепарирующего устройства из конструкции.

3. Снизить процент потерь и травмирования зерна сои за счёт сокращения рабочих органов, воздействующих на него при его обмолоте и очистке.

4. Уменьшить потребляемую на рабочий процесс уборки мощность двигателя и, следовательно, расход топлива.

Рассмотрим уборку сои как взаимодействие двух подсистем: биологической и технической, каждая из которых включает ряд факторов, в той или иной мере влияющих на процесс чёса.

Векторная функция состояния биологической подсистемы на любой момент времени (t) запишется как

$$Y_{bc} = f\{\Sigma F_{wi}(t); F_{r^o}(t); F_n(t); F_a(t); \Sigma F_k(t); F_y(t)\},$$

где $\Sigma F_{wi}(t)$ – функции влажности параметров; $F_{r^o}(t)$ – функция температуры; $F_n(t)$ – функция ветровой нагрузки; $F_a(t)$ – функция уклонов поля; $\Sigma F_k(t)$ – функция свойств культуры; $F_y(t)$ – функция биологической урожайности.

Параметры биологической подсистемы формируют вектор входных воздействий

на систему в целом Y_{bc} и создают условия функционирования технической подсистемы, которую можно представить следующим образом (рис. 2).

Векторная функция состояния технической подсистемы:

$$Y_{tc} = f\{q(t); V_p(t); \omega_b(t); \Delta V_{мсу}(t); H(t)\},$$

где $q(t)$ – подача растений к очёсывающему барабану, связанная с густотой посева и рабочей скоростью (V_p) рабочей скоростью поступательного движения уборочной машины; $\omega_b(t)$ – угловая скорость очёсывающего барабана; $\Delta V_{мсу}(t)$ – разница окружных скоростей барабанов молотильно-сепарирующего устройства (МСУ); $H(t)$ – напор воздушного потока МСУ.

Параметры технической подсистемы формируют вектор входных воздействий на систему Y_{tc} . На эффективность функционирования системы влияют, кроме того, конструктивные особенности очёсывающего устройства, к ним относятся: диаметр очёсывающего барабана, количество гребенок и их форма, положение обтекателя жатки и т.д.

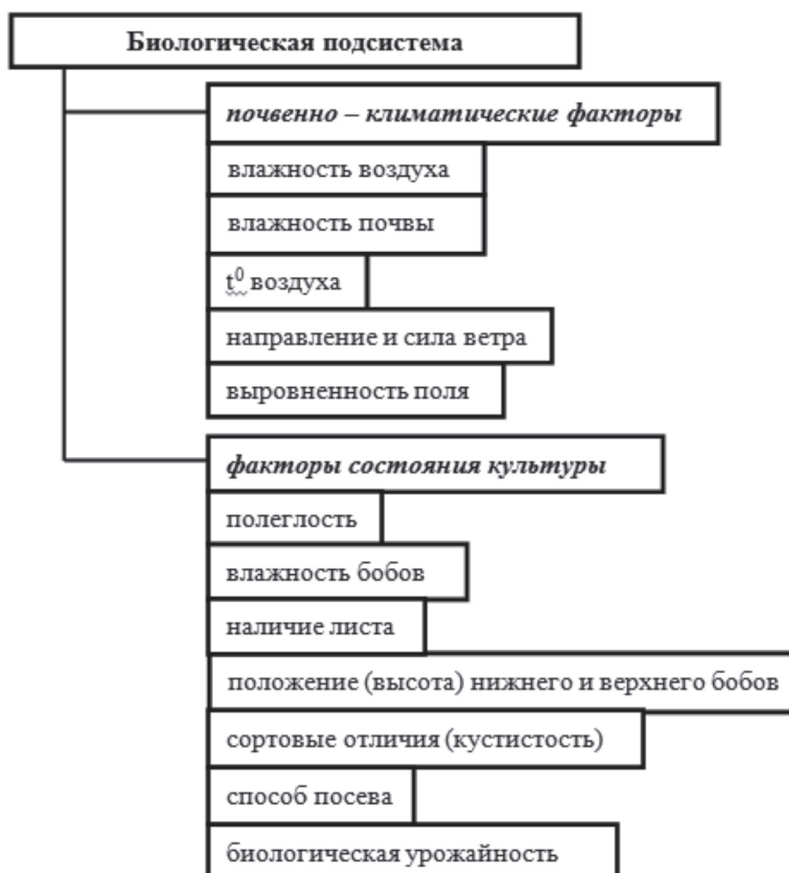


Рис. 1. Основные факторы, характерные для биологической подсистемы



Рис. 2. Элементы технической подсистемы уборки сои очёсом

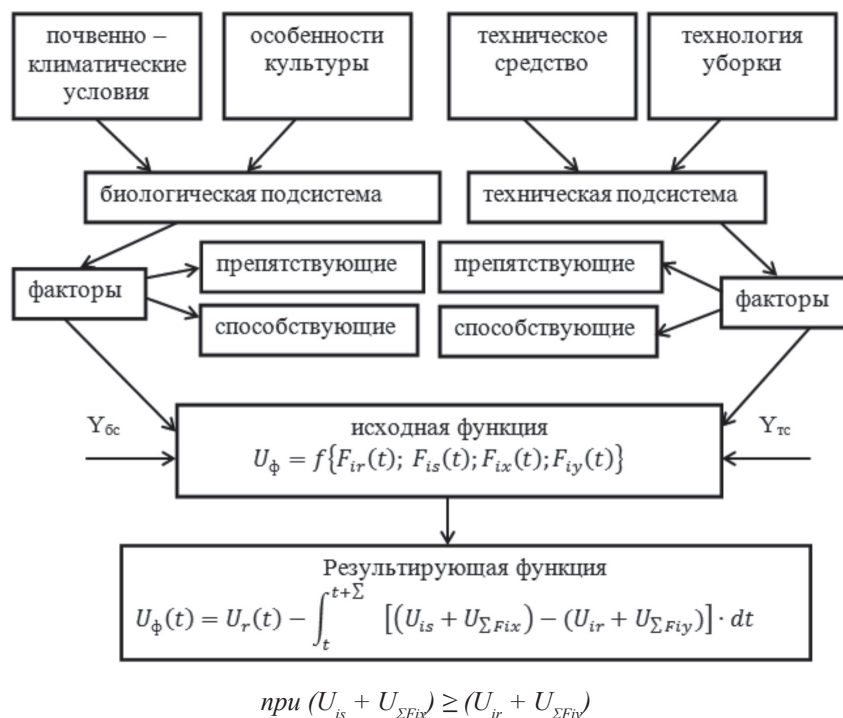


Рис. 3. Структурная схема системы техногенеза уборки сои очёсом: $F_{ir}(t)$ – факторы, способствующие качеству уборки; $F_{is}(t)$ – факторы, препятствующие качеству уборки; $F_{ix}(t)$ – неуправляемые (и неконтролируемые) факторы; $F_{iy}(t)$ – управляемые (управляющие процессом) факторы; $U_{\phi}(t)$ – фактическая (бункерная) урожайность; $U_o(t)$ – биологическая урожайность

На выходе очёсывающего устройства формируются условия качественного очёса, представленные в виде векторной результирующей функции, отражающей внутренние связи биологической и технической подсистем (функция качества обмолота):

$\Phi_k = f\{q(t); Y_{\phi}(t); \Pi_{c3}(t); \Pi_{c6}(t); \Pi_{o6}(t); \Phi_b(t)\}$,
 где $q(t)$ – подача растений к очёсывающему барабану; $Y_{\phi}(t)$ – фактическая урожайность; $\Pi_{c3}(t)$ – функция потерь свободным зерном

за обтекателем; $\Pi_{c6}(t)$ – функция потерь свободными бобами; $\Pi_{o6}(t)$ – функция потерь недоочёсанными бобами (потери за очёсывающим барабаном); $\Phi_b(t)$ – фракционный состав вороха, поступающего на домолот в стационаре.

В целом технологический процесс уборки сои очёсом, как некую систему, можно представить в виде схемы (рис. 3), отражающей внешние воздействия и внутренние связи внутри неё.

Основной задачей, на решение которой направлена эта система, является полнота сбора урожая с единицы площади, которая выражается целевой функцией:

$$U_{\phi}(t) = U_{\phi}(t) = \sum \Pi_i(t) \rightarrow \min,$$

где $\sum \Pi_i(t)$ – суммарные потери урожая за обтекателем, очёсывающим барабаном и домочащающим устройством.

Для изучения процесса влияния биологической подсистемы на уборочный процесс очёсом в полевых условиях исследованы факторы состояния культуры к началу уборки. Растения сои характеризовались отсутствием листа, влажность бобов составила 14%, полеглость стеблей отсутствовала. Биометрические характеристики растений: средняя высота растений составила – 0,62 м (при коэффициенте вариации $V = 15,23$), средняя высота прикрепления нижнего боба в естественном состоянии составила 0,11 м (при коэффициенте вариации $V = 16,67$), зона очёса (расстояние от уровня прикрепления нижнего боба до точки крепления верхнего боба) колебалась в пределах от 0,52 до 0,56 м (при коэффициенте вариации 13,41). Сорт сои «Лидия» (одностебельный). Способ посева рядовой, биологическая урожайность 16,2 ц/га.

Качество работы лабораторно-полевой очёсывающей установки (ЛПУ) осуществлялось по двум критериям – качеству обмолота и дроблению зерна.

Конструктивно-режимные параметры ЛПУ определялись расчетным и опытным методами по показаниям факторного эксперимента. Для условий испытаний, типичных для уборки сои, получены следующие значения: радиус очёсывающего барабана – 0,230 м, количество рядов гребёнок – 8, форма гребёнок – загнутая по эвольвенте, с диаметром паза между зубьями 5 мм; частота вращения очёсывающего барабана 300–380 мин⁻¹; поступательная рабочая скорость – в пределах от 1,28 до 1,82 м/с. На этих конструктивно-режимных параметрах получены максимальные показатели качества очёса сои.

Список литературы

1. Лазарев В.И. Сравнительная оценка воздействия на почву зерноуборочных комбайнов / В.И. Лазарев, М.В. Канделя, Р.Е. Самсонов // Механизация и электрификация технологических процессов в сельскохозяйственном производстве: сб. науч. тр. ДальГАУ. – Благовещенск: ДальГАУ, 2013. – Вып. 20. – С. 183–198.
2. Жалнин Э.В. Перспективные технологии и комплексы машин для уборки урожая зерновых культур / Э.В. Жалнин, В.Л. Шполянский, Е.Л. Ревякин – М.: Россельхозиздат, 1986. – 56 с.
3. Фусточенко А.Ю. Повышение эффективности функционирования жатки очёсывающего типа совершенствованием параметров и режимов работы обтекателя: автореф. дис. ... кандидата технических наук: 05.20.01 / Фусточенко Алексей Юрьевич; [Место защиты: Дон. гос. техн. ун-т]. – Ростов-на-Дону, 2015. – 18 с.
4. Технология и комплекс машин для производства зерновых культур и сои в Амурской области: коллективная научная монография / В.А. Тильба, В.Т. Синеговская, А.Н. Панасюк, М.М. Присяжный [и др.]. – Благовещенск: Изд-во: ООО «Агромакс-Информ», 2011. – 134 с.