УДК 63.001.12/18

DOI: 10.31563/1684-7628-2018-47-3-117-123

Ю.С. Ценч, Г.Г. Маслов, Е.И. Трубилин

К ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Ключевые слова: сельскохозяйственная техника; орудия; машина; механизация; урожай; затраты.

Введение. Стратегия механизации сельского хозяйства является системообразующим фактором развития конкурентоспособных производственных систем АПК на основе научно обоснованных систем его ведения [1]. В свою очередь, конкурентоспособность производственных систем может быть обеспечена увеличением объемов продукции при уменьшении затрат ресурсов, снижением негативного воздействия на окружающую среду, повышением почвенного плодородия. В решении проблем важнейшую роль играет механизация производственных процессов, которая связывает машинные технологии производства продукции, а также обеспечивает оптимальное и высокоэффективное использование средств механизации [6, 7, 8]. Каждая машина, задействованная в системе, прошла закономерный эволюционный путь развития в механизации всех процессов, например, в растениеводстве – от обработки почвы до послеуборочной обработки урожая. Главные требования, которые предъявляются к каждой машине, – ее влияние на плодородие почвы, качество работы, повышение производительности труда на единицу себестоимости в сравнении с заменяемой. История развития любой машины подтверждает ее совершенствование на каждом этапе с учетом выполнения указанных требований.

Цель исследования – рассмотреть перманентное развитие сельскохозяйственной техники для растениеводства.

Материалы и методы. Начнем с обработки почвы. Выбор правильной системы обработки почвы является необходимым условием конкурентоспособного сельскохозяйственного производства и охраны окружающей среды. Д.Н. Прянишников подчеркнул необходимость создания благоприятных для растений водного, воздушного и пищевого режимов и говорил, что всякий агроприем хорош на своем месте при подходящих условиях [2]. Система обработки почвы определяет культуру поля через оптимизацию водного, пищевого, воздушного режимов, снижение засоренности поля и угрозы водной и ветровой эрозий. Согласно системе земледелия Краснодарского края, основная обработка почвы в севообороте может быть отвальная (выполняемая оборотным плугом), безотвальная (чизельными и плоскорезными орудиями), поверхностная до 8 см, выполняемая дисковыми орудиями, и могут осуществляться прямые посевы в необработанную почву. Главное условие системы обработки – разумное сочетание отвальной, безотвальной, поверхностной обработки и прямых посевов.

Результаты и обсуждение. Проведение отвальной обработки способствует лучшему использованию органических удобрений, очищению почвы от сорняков, улучшению фитосанитарного состояния пашни, устранению дифференциации горизонтов по плодородию. Периодическое углубление обработки на черноземных почвах и замена отвальной обработки на безот-

вальную обеспечивают сохранение гумуса и разуплотнение подпахотных слоев. Поверхностная обработка и прямой посев препятствуют минерализации органического вещества почвы, обеспечивают экономию топливно-смазочных материалов, но увеличивают степень засоренности, ухудшают фитосанитарное состояние и агрофизические свойства черноземов. Длительность положительного последствия глубоких обработок зависит от гранулометрического состава почвы, ее фитосанитарного состояния и применения органических удобрений. На тяжелых глинистых почвах на фоне органических удобрений продолжительность последствия глубоких обработок – 2–3 года, на легких обыкновенных – 5–6 лет [2]. Без применения органических удобрений последствие глубоких обработок сокращается на 1–2 года на фоне ухуд-

шения физических свойств почвы. Таким образом, правильное сочетание всех способов основной обработки почвы стабилизирует продуктивность пашни, приводит к повышению урожайности и конкурентоспособности производимой продукции. Этого нельзя добиться, если применять только один из способов обработки почвы: отвальную, безотвальную, поверхностную или прямой посев.

Совершенствование орудий для обработки почвы всегда способствовало созданию благоприятных условий для выращивания культурных растений, повышению производительности труда и урожая, начиная с примитивных деревянных орудий (рисунок 1а) в древние времена до сохи (рисунок 1б), конного плуга (рисунок 1в) и современного (рисунок 1г) типа *Lemken*, *Kverneland*, ПБС, ПКС и др.

Рисунок 1

История создания почвообрабатывающих орудий:

а – древние приспособления; б – соха; в – конный плуг; г – современный плуг

Необходимо отметить существование тесной связи системы земледелия и ее технического обеспечения. Вначале появилась так называемая мотыжная система земледелия (рисунок 2). Она определяла требования к обработке почвы на малых участках. На более крупных ее заменила огородная система с усовершенствованными рабочими органами. Обе эти системы основаны на мускульной энергии человека. Рабочий процесс человека с мотыгой выполнялся по принципу удара рабочего органа о почву, за счет чего осуществлялось ее крошение. Циклическое ударное воздействие мотыги на почву заменил плуг, как непрерывно бороздящее почву орудие. Дальнейшее расширение обрабатываемых площадей требовало совершенствования систем земледелия и их технического обеспечения. Подсечно-огневая система земледелия (ри-

сунок 2) потребовала вырубki кустарников и мелкого леса с последующим сжиганием и новых более производительных орудий для обработки почвы (соха и конный плуг). Залежная система земледелия появилась в степных районах: на земельном участке выжигали траву, почву обрабатывали и использовали в течение 3 лет для выращивания сельхозкультур.

Затем этот участок оставляли под залежь, а новый использовали для обработки и посева. Завершающий этап истории развития почвообрабатывающей техники – создание современных плугов (рисунок 1г), например, фирмы *Lemken*, *Kverneland* и др. Высокой эффективностью по технико-экономическим показателям отличаются отечественные плуги ПБС и ПКС, базирующиеся на знаменитой «стойке СибИМЭ». Их применение дает повышение производи-

сти при вспашке до 70 % и экономию дизтоплива до 9–10 кг/га. Принципиальное отличие этих плу-

гов – отсутствие полевой доски, что снизило тяговое сопротивление и повысило КПД.

Рисунок 2
Развитие системы земледелия

Наконец, современная система земледелия на агроландшафтной основе – адаптивно-ландшафтная, направленная на использование сельскохозяйственных земель различных экологических групп (переувлажненных, равнинных, горных и проч.). Эта система (рисунок 2) является надежным научным обеспечением конкурентоспособности.

Развитие посевных машин происходило от разбрасывания семян зерновых культур по полю вручную до современных зерновых сеялок и посадочных машин. Прототипом зерновой стерневой сеялки СЗС и рабочих органов современных посевных комплексов послужил культиватор Gruber Polyp F6 9R на конной тяге с сеялочным ящиком фирмы Saacke (рисунок 3).

Рисунок 3
Конный Gruber Polyp F6 9R:
1 – сеялочный ящик; 2 – семяпроводы; 3 – корпус

Эта машина разбрасывала семена из семенного ящика 1 через семяпроводы 2 на поверхность почвы и присыпала почвой корпусами 3. В дне семенного ящика были установлены сменные высевальные катушки для семян различных культур. Привод высевальных аппаратов осуществлялся от правого опорного колеса грубого цепной передачей. Машину протаскивали тягой 3–4 лошадей. Недостаток прототипа зерновой сеялки – неравномерная заделка семян в почву по глубине. Всходы и развитие растений были также неравномерными, это снижало уро-

жай. Современные зерновые сеялки не только обеспечивают точный высев, равномерное распределение семян в рядке и по глубине, но и автоматическое поддержание глубины заделки семян и минеральных удобрений на разных уровнях (например, сеялка шведской фирмы Vaderstad).

В России конца XIX века широко применяли систему минимальной обработки почв. Для посева озимой пшеницы по необработанному полю использовали комбинированную машину буккер-сезовапашник. Этот агрегат обеспечивал мелкую вспашку на глубину 12–14 см, посев озимых культур и частичное оставление стерни для задержания снега. Конечно, такой агрегат также не мог обеспечить равномерность глубины заделки семян пшеницы на 4–6 см. Кроме того, совмещение операций обработки почвы и посева требовало энергонасыщенных тракторов, которых в те годы не было. Только сейчас совмещение операций (не только на посеве) является важным резервом повышения производительности труда, сроков выполнения работ и их качества.

Большой интерес представляет история развития техники для уборки урожая. Во времена древних галлов (во Франции) существовал прототип «жатки» для очеса зерна на корню (галльская жатка). Трудно определить потери урожая этой жаткой, но уже сбор колосьев в телегу с отделением их от стебля пшеницы ударами палки способствовал повышению производительности труда на уборке больших участков. Очесывающие современные жатки «Озон» (г. Пенза), а также многие зарубежные в целом удовлетворительно выполняют технологический процесс, высокопроизводительны, экономят топливо, но не нашли широкого применения в производстве. Чтобы использовать очесывающие жатки в агрегате с зерноуборочным комбайном, на наш взгляд, необходимо модернизировать его си-

стему домолота колосьев и очистки зерна. Предпочтительнее вариант использования очесанного вороха для его доработки в стационарных условиях. Такие исследования уже выполнены ВНИПТИМЭСХ и в Канаде и показали высокую эффективность. Например, технология уборки пшеницы комбайном фирмы *MacLeod Harvest* обеспечила экономическую эффективность 80 дол./га уборочной площади [3]. Канадский опыт заслуживает внимания и широкого распространения. Его преимущество не только в высокой экономической эффективности. Его применение обеспечивает повышение производительности труда, сокращение сроков уборки, потребности в уборочной технике, снижение энергоемкости уборочного процесса, а также сбор наиболее ценной незерновой части урожая (половы). Уборка всего биологического урожая с обработкой в стационарных условиях не нашла применения, а если солому измельчить и разбросать по полю, а невяный ворох распределить на стационарной площадке (*канадский вариант*), эффект от этой технологии очевиден [4]. Технология базируется на прицепном зерноуборочном комбайне МН-130 в агрегате с трактором мощностью 122 кВт. Очистка невяного вороха выполняется аспирационно-решетным сепаратором

МН-230 с приводом от трактора мощностью 82 кВт или электродвигателя. Сбор половы в скирду выполняется пневмотранспортом, а очищенного зерна – в хранилище или транспортными средствами. Хороший эффект получен также от скормливания половы бычкам на откорм [3].

Применение канадской технологии снижает потери зерна, это позволяет увеличить урожайность зерновых культур на 3–4 ц/га, снизить засоренность полей сорняками, уменьшить на 2 % расход топлива на 1 т зерна, дополнительно собрать 10 ц/га высококачественного корма (при урожайности 30–35 ц/га). Нами выявлено также снижение энергоемкости процессов по сравнению с комбайновой уборкой (таблица 1). Для сравнения мы взяли лучший отечественный комбайн *Torum-740*. Как следует из полученных расчетных данных, комбайновая технология с *Torum-740* значительно уступает технологии невяного вороха на стационарной площадке. Неоспоримое преимущество *Torum-740* состоит только в снижении косвенных потерь урожая за счет минимального травмирования зерна. С учетом изложенного, технология *MacLeod Harvest* требует некоторой модернизации, после которой ей можно отдать предпочтение.

Таблица 1 Энергоемкость процессов уборки озимой пшеницы технологии *MacLeod Harvest* и комбайновой с комбайном *Torum-740*

Показатель	<i>MacLeod Harvest</i>	<i>Torum-740</i>	<i>MacLeod Harvest</i> к <i>Torum-740</i> , %
Суммарная мощность двигателей, кВт	219	294	74,5
Энергоемкость процессов, кВт·ч/га	27,04	36,3	74,5

Бесспорна роль российских ученых в формировании науки о сельскохозяйственных машинах, а также в создании целого ряда машин для механизации производственных процессов. Еще в 1655 г. была создана первая сеялка с водяным приводом, в 1839 г. – первая сеялка на конной тяге, в 1844 г. – картофелеуборочная машина, в 1852 г. – первая сенокосилка, в 1868 г. – «конная зерноуборка на корню» с обмолотом зерна (это был первый в истории зерноуборочный комбайн).

Постоянным двигателем прогресса в создании новой сельскохозяйственной техники является необходимость в повышении производительности труда и снижении всех видов затрат на производство продукции. Это связано с дальнейшей интенсификацией и увеличением масштабов хозяйственной деятельности общества. Перевод сельскохозяйственного производства на комплексно механизированную индустриальную основу, внедрение интенсивных технологий, полное техническое перевооружение и замена ручного труда механизированным реша-

ются с помощью моделирования конкретных типов машин для изучения процессов развития и совершенствования техники. Детально изучены завершённые процессы развития конструкций отдельных видов машин на протяжении достаточно длительных этапов их совершенствования с переходами на принципиально новые типы и установлено, что сначала «жизненные циклы» повторяются через относительно короткие интервалы времени в силу частичной модернизации и локальных улучшений [5]. Затем, по накоплении более эффективных конструктивных решений проводится ограниченное число более глубоких модернизаций, существенно повышающих эффективность. Наконец, выпуск данного вида техники завершается и ему на смену создается более совершенный. За весь срок службы машины ее эффективность, объективно оцениваемая технико-экономическими параметрами, значительно изменяется с годами. Если какой-либо показатель (производительность, энергоемкость, прибыль и т. п.) обозначить Э, то характер прироста эффективности по

времени T (лет) можно представить экспоненциальной зависимостью, а нарастание интегрального эффекта за срок службы $\int_0^T f(\Theta) dt$ будет протекать диаметрально противоположно (рисунк 4) [5].

Как следует из рисунка 4, в начале развития какого-то нового производственного процесса или внедрения новой машины в целом их эффективность $\int_0^T f(\Theta) dt$ проявляется не в полную меру. Затем, по мере освоения и широкого внед-

рения машины прирост эффективности увеличивается, достигая максимума в некоторой точке. После этого по различным причинам прирост эффективности асимптотически приближается к своему предельному значению, испытывая так называемое «насыщение». По характеру интегральной кривой определяют предельно допустимый уровень производительности и производственной эффективности при заданных технико-экономических условиях и ограничениях.

Рисунок 4

Зависимость изменения интенсивности $d\Theta/dt$ (кривая 1) и величины интегрального эффекта $\int_0^T f(\Theta) dt$ (кривая 2) от срока службы техники:
I – безремонтный период; II – период ремонтов; III – период замены техники

Вывод. Успешное решение проблем, связанных с современным состоянием и перспективой комплексной механизации производственных процессов в сельскохозяйственном производстве, носит не только экономический, но и политический характер. От него зависит продовольственная безопасность и в целом безопасность каждой страны. России принадлежит при-

оритет в формировании науки о сельскохозяйственных машинах, а также в создании целого ряда машин для механизации производственных процессов. Повышение конкурентоспособности производимой продукции и устойчивое дальнейшее развитие АПК неразрывно связаны с техническим прогрессом и внедрением инновационных технологий.

Библиографический список

1. Дринча, В.М. Концептуальные и методологические аспекты стратегии развития механизации сельского хозяйства [Текст] / В.М. Дринча. М.: Россельхозакадемия, 2003. 60 с.
2. Трубилин, А.И. Система земледелия Краснодарского края на агроландшафтной основе [Текст] / А.И. Трубилин, Н.Н. Нещади, Н.Г. Малыга, В.П. Василько и др. Краснодар, 2015. 352 с.
3. Коробка, А.Н. Система земледелия Краснодарского края на агроландшафтной основе [Текст]: рекомендации / А.Н. Коробка, С.Ю. Орленко, Е.В. Алексеенко, Н.Н. Малышева, Е.М. Сорочинская. Краснодар, 2015. 352 с.
4. Гейдебрехт, И.П. Канадская технология уборки сельскохозяйственных культур [Текст] / И.П. Гейдебрехт // Техника и оборудование для села. 2006. № 4. С. 38–40.
5. Гольяпин, В.Я. Зарубежный комплекс машин для уборки зерновых культур с обработкой невяного вороха на стационаре [Текст] / В.Я. Гольяпин // Тракторы и сельхозмашины. 2008. № 5. С. 51–52.
6. Габитов, И.И. Современные тенденции технического сервиса топливной аппаратуры автотракторных и комбайновых дизелей [Текст] / И.И. Габитов, А.В. Неговора // Труды ГОСНИТИ. 2008. Т. 101. С. 38–44.
7. Погорелый, Л.В. Научные основы повышения производительности сельскохозяйственной техники [Текст] / Л.В. Погорелый, В.Г. Бильский, Н.П. Кононенко. Киев: Урожай, 1989. С. 240.
8. Мударисов, С.Г. Моделирование движения воздушного потока в пневмосистемах сельскохозяйственных машин [Текст] / С.Г. Мударисов, И.Д. Бадретдинов, А.В. Шарафутдинов //

В сборнике: Научное обеспечение устойчивого функционирования и развития АПК материалы Всероссийской научно-практической конферен-

ции с международным участием (в рамках XIX Международной специализированной выставки «АгроКомплекс-2009»). 2009. С. 116–119.

Сведения об авторах

1. **Ценч Юлия Сергеевна**, кандидат педагогических наук, Федеральный агроинженерный центр ВИМ, 109428, г. Москва, 1-й Институтский проезд, д. 5, e-mail: vim@vim.ru.
2. **Маслов Геннадий Георгиевич**, доктор технических наук, профессор, Кубанский государственный аграрный университет, 350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13.
3. **Трубилин Евгений Георгиевич**, доктор технических наук, профессор ВАК, Кубанский государственный аграрный университет, 350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13.

Рассмотрены некоторые аспекты истории повышения основных средств механизации АПК России и за рубежом. Показано, что развитие почвообрабатывающей техники от орудий и сохи до современного плуга напрямую связано с совершенствованием систем земледелия от примитивных до интенсивных способов обработки почвы (отвальной, безотвальной, поверхностной и др.). Приведены принципиальные схемы, устройства и принципы работы различных средств механизации для обработки почвы, посева и уборки зерновых культур. Рассмотрена тенденция развития эффективности машин. Изучены завершённые процессы развития конструкций отдельных видов машин на протяжении достаточно длительных этапов их совершенствования с переходами на принципиально новые типы и установлено, что сначала «жизненные циклы» повторяются через относи-

тельно короткие интервалы времени в силу частичной модернизации и локальных улучшений. Главное условие системы обработки – разумное сочетание отвальной, безотвальной, поверхностной обработок и прямых посевов. Успешное решение проблем, связанных с современным состоянием и перспективой комплексной механизации производственных процессов в сельскохозяйственном производстве, носит не только экономический, но и политический характер. России принадлежит приоритет в формировании науки о сельскохозяйственных машинах, а также в создании целого ряда машин для механизации производственных процессов. Повышение конкурентоспособности производимой продукции и устойчивое дальнейшее развитие АПК неразрывно связаны с техническим прогрессом и внедрением инновационных технологий.

Yu. Tsench, G. Maslov, E. Trubilin

TO THE HISTORY OF AGRICULTURAL MACHINERY DEVELOPMENT

Key words: *farm machinery; tools; machine; mechanization; yield; costs.*

Authors' personal details

1. **Tsench Yuliya**, Candidate of pedagogical sciences, Federal Agricultural Center All-Russian Institute of Mechanization, 109428, Moscow, Pervyi Institutskiy proezd St., 5, e-mail: vim@vim.ru.
2. **Maslov Gennadij**, Doctor of technical sciences, professor, Kuban State Agrarian University, 350044, Krasnodar, Kalinin St., 13.
3. **Trubilin Evgenij**, Doctor of technical sciences, professor of the State Commission for academic degrees and titles, Kuban State Agrarian University, 350044, Krasnodar, Kalinin St., 13.

Some aspects of the history of improving main farm mechanization tools in Russia and abroad are shown. Tillage machinery development from implements to modern ploughs is proved to be directly related to farming system improvement from primitive to intensive tillage methods (moldboard, boardless, surface plowing, etc.). Basic diagrams, devices and operation principles of different machinery and implements for tillage, sowing and harvesting of grain crops are presented. Machine efficiency development trends are considered. Completed construction devel-

opment processes for certain types of machines during rather long stages of their improvement are studied being switched to fundamentally new types of machinery. It is found that at first «life cycles» are repeated at relatively short intervals due to partial modernization and local improvements. The main condition of the tillage system is a reasonable combination of moldboard, boardless and surface plowing as well as direct planting. Successful solution of problems related to the current state and prospects of integrated mechanization of production processes in

agricultural production is not only of an economic value but also of a political one. Russia has a priority in developing the science of farm machinery as well as designing a number of machines to mechanize pro-

duction processes. Higher competitiveness of products and further sustainable development of agriculture are closely associated with technological progress and introduction of innovative technologies.

© Ценч Ю.С., Маслов Г.Г., Трубилин Е.И.