

Из истории техники

From the History of Technology

DOI: 10.31857/S020596060008429-3

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ КОНСТРУКЦИИ ВЫСЕВАЮЩИХ АППАРАТОВ ЗЕРНОВЫХ СЕЯЛОК

ЦЕНЧ Юлия Сергеевна — Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ;
Россия, 109428, Москва, 1-й Институтский пр., д. 5; E-mail: vimasr@mail.ru

НЕСМИЯН Андрей Юрьевич — Азово-Черноморский инженерный институт —
филиал ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет»; Россия,
347740, Ростовская область, Зерноград, ул. Ленина, д. 21;
E-mail: nesmian.andrei@yandex.ru

ХОМУТОВА Наталья Сергеевна — Федеральный научный агроинженерный центр
ВИМ; Россия, 109428, Москва, 1-й Институтский пр., д. 5;
E-mail: homutovans@mail.ru

© Ю. С. Ценч, А. Ю. Несмиян, Н. С. Хомутова

Качество посева зерновых культур в первую очередь зависит от параметров высевающих аппаратов. Они должны обеспечивать стабильную подачу семян независимо от скорости движения агрегата, уклонов поля, вибрации машины под воздействием рельефа. Кроме того, они должны быть универсальными — обеспечивать высев семян с широким спектром физико-механических свойств, быть простыми в настройке и обслуживании, не повреждать семена, предотвращать их самопроизвольное истечение и, в то же время, при необходимости легко очищаться.

В данной статье рассмотрена история развития конструкции высевающих аппаратов зерновых сеялок. В частности, анализируется вклад в эту область ряда инженеров и ученых (Ж. Локателли, А. Тэера, Д. Кука и др.), дается классификация высевающих аппаратов, анализируется опыт разных стран в области механизации сельского хозяйства. Эта информация может представлять интерес не только для историков, но и для современных конструкторов, поскольку высевающий аппарат является одним из наиболее динамично развивающихся узлов зерновых сеялок, совершенствование которого продолжается и в настоящее время, и анализ накопленного опыта может быть ценен для оптимизации конструкции данного технического устройства с целью достижения его наибольшей эффективности.

Ключевые слова: зерновые сеялки, высевающие аппараты, история механизации сельского хозяйства, Ж. Локателли.

Статья поступила в редакцию 17 декабря 2018 г.

THE HISTORY OF DEVELOPMENT OF SEED-FEEDING DEVICES ON GRAIN DRILLS

TSENCH Yulia Sergeyevna – Federal Scientific Agroengineering Center VIM; I-y Institutsky proezd, 5, Moscow, 109428, Russia; E-mail: vimas@mail.ru

NESMIYAN Andrei Yurievich – Azov – Black Sea Engineering Institute – Branch of Don State Agrarian University; Ul. Lenina, 21, Zernograd, Rostovskaya obl., 347740, Russia; E-mail: nesmiyan.andrei@yandex.ru

KHOMUTOVA Natalia Sergeyevna – Federal Scientific Agroengineering Center VIM; I-y Institutsky proezd, 5, Moscow, 109428, Russia; E-mail: homutovans@mail.ru

© Yu. S. Tsench, A. Yu. Nesmiyan, N. S. Khomutova

Abstract: The quality of grain crop seeding, first and foremost, depends on the characteristics of seed-feeding devices. These devices must ensure stable feeding of the seeds regardless of the machine's movement speed, the field gradient, and the vehicle's vibration due to surface topology. In addition, they should be universal: ensure drilling of seeds with a broad range of physical and mechanical properties and be easy to set up and operate. They must not damage the seeds and should prevent their spontaneous spilling and, at the same time, be easy to clean when necessary.

This paper reviews the history of development of the design of seed-feeding devices on grain drills, analyzes the contribution of a number of engineers and scientists (J. Locatelli, A. von Thaer, J. Cooke, etc.) to this field, offers a classification of seed-feeding devices, and analyzes the international experience of agricultural mechanization. This information can be of interest not only for the historians but also for contemporary engineers, as seed-feeding device is one of the fastest-evolving components of grain drills that are still being enhanced, and analysis of the accumulated experience in this area can be valuable for optimizing the design of this device so as to make it maximally efficient.

Keywords: grain drills, seed-feeding devices, history of agricultural mechanization, J. Locatelli.

For citation: Tsench, Yu. S., Nesmiyan, A. Yu., and Khomutova, N. S. (2020) Istoriia razvitiia konstruktсии vysevalushchikh apparatov zernovykh seialok [The History of Development of Seed-Feeding Devices on Grain Drills], *Voprosy istorii estestvoznaniia i tekhniki*, vol. 41, no. 1, pp. 102–117, DOI: 10.31857/S020596060008429-3

Значение земледелия в формировании цивилизации сложно преувеличить. Именно благодаря появлению высокопроизводительного (по сравнению с охотой и собирательством) сельского хозяйства возникла возможность роста населения, его социального расслоения, появления профессиональных ремесленников, военных, руководителей и т. д. Основным шагом при переходе к раннему земледелию стал целенаправленный сев сельскохозяйственных культур, включая подготовку посевного материала и почвы, и выполнение самой операции с заданными показателями качества. Данная статья посвящена анализу истории конструктивного развития высевальных аппаратов зерновых сеялок, в частности, в ней рассматривается вклад в эту область ряда инженеров и ученых, приводится классификация высевальных аппаратов, анализируется опыт разных стран в области механизации сельского хозяйства.

На начальном этапе развития растениеводства примерно 13 тыс. лет назад семена предположительно вручную поштучно закладывались в лунки, вырытые палкой-копалкой¹. Такой способ сева, характерный для болотной системы земледелия, был малопродуктивен. Поэтому с расширением площадей возделывания люди естественным образом перешли к разбросному способу. Для его реализации требовалась высокая квалификация сеяльщика, которая, впрочем, не обеспечивала достаточной равномерности распределения семян по площади поля². В почву их заделывали путем боронования засеянного поля зубовыми боронами (боронами-суковатками) или втаптывали копытами животных. Следует отметить, что, несмотря на недостатки, этот способ высевания семян благодаря простоте просуществовал во многих странах (в том числе и в нашей) вплоть до XX в.³

Анализ текстов отдельных глиняных табличек, обнаруженных при раскопках древнешумерских городов, в первую очередь Лагаша и Ниппура⁴, позволил ученым сделать вывод о том, что наряду с разбросным способом посева древние жители Междуречья применяли и бороздковый посев с помощью плуга-сеялки (XV–XIV вв. до н. э.)⁵. Шедший рядом с плугом (скорее, сохой) сеяльщик засыпал семена в приемную воронку, откуда они по трубчатому сошнику попадали в почву (рис. 1), при этом дозирование семян осуществлялось вручную.

Ручное дозирование семян приводило к крайне неравномерному их распределению по площади поля, затягиванию сроков сева, перерасходу ценного семенного материала.

¹ Халанский В. М. Экскурсия за плугом. Москва: Колос, 1974. С. 15.

² Безрукий Л. П., Макеев Н. К. От серпа до комбайна. Минск: Ураджай, 1984. С. 44.

³ Несмиян А. Ю., Ценч Ю. С. Тенденции и перспективы развития отечественной техники для посева зерновых культур // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2018. Т. 12. № 3. С. 45.

⁴ Раскопки шумерских городов // <https://diletant.media/excursions/34644393/>.

⁵ Халанский. Экскурсия за плугом... С. 16.



Рис. 1. Древнеавилонское почвообрабатывающе-посевное орудие

Считается, что первые шаги к механизации дозирования семян были сделаны в густозаселенных районах Китая и Японии около VI в. до н. э. Китайские мастера изготавливали специальные ящики-носилки с решетчатым дном. Люди, несущие ящик по полю, должны были трясти его, благодаря чему семена равномерным потоком сыпались на рыхлую землю⁶. Примерно во II в. до н. э. также китайцами была изобретена железная сеялка-ящик, снабженная полозьями и специальными штырями, открывающими в почве борозды для семян. Существует гипотеза о том, что в Европе сеялки появились благодаря контактам с Китаем⁷.

Одна из первых европейских сеялок была разработана в начале XVI в. В это время в Западной Европе наблюдается бурное развитие промышленности, подстегнутое возникшими межконтинентальными торговыми связями. Развитие ремесленных и промышленных центров привело к увеличению плотности городского населения, росту спроса на хлеб, превращению его в высокорентабельный товар. Все это стало серьезным стимулом для интенсификации земледелия, поисков новых технологий растениеводства и технических средств для их реализации.

Итальянский ремесленник из Болоньи Джованни Каваллина предложил использовать для дозирования семян воронки, аналогичные применявшимся для подачи зерна к жерновам мельницы⁸. Воронка изготавливалась в виде широкого ящика с щелевидным дном (рис. 2)⁹. Ящик при движении сеялки опирался на полозья, а семена из него под действием возникающих колебаний сыпались потоком прямо

⁶ Безрукий, Макеев. От серпа до комбайна... С. 82.

⁷ Стрижов В. А. История создания посевных машин и перспективы их развития. Челябинск: ЧГАУ, 2004. С. 12.

⁸ Скорняков С. М. От шумеров до наших дней. М.: Россельхозиздат, 1977. С. 19.

⁹ Халанский. Экскурсия за плугом... С. 21.

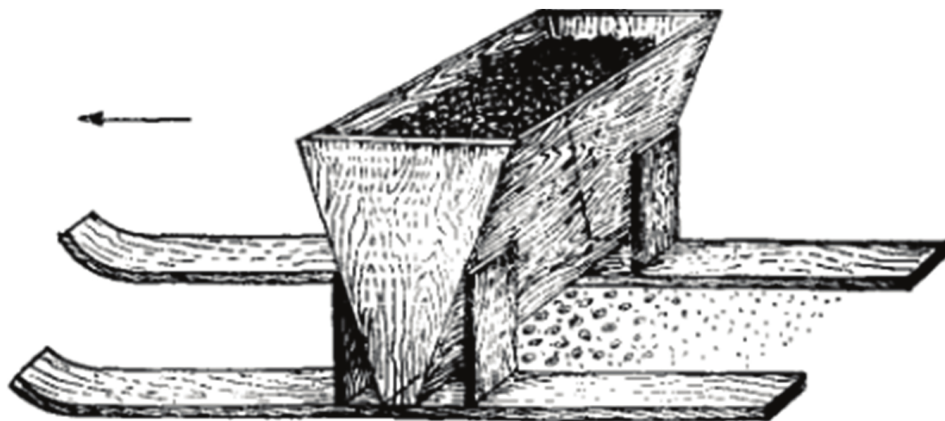


Рис. 2. Сеялка Джованни Каваллини

на поверхность поля, затем их заделывали бороной или запахивали. Эта сеялка не получила широкого применения — семян тратилось существенно больше, чем при разбросном посеве, а по поверхности поля они распределялись неравномерно¹⁰.

В 1636 г. тирольский землевладелец Жозеф Локателли изготовил сеялку с примитивным высеваящим аппаратом («высеваящим прибором»)¹¹. В дне семенного ящика со сходящимися передней и задней стенками Локателли проделал три ряда круглых отверстий, расположенных в шахматном порядке. Над отверстиями изобретатель установил вал с лопатками. Привод вала осуществлялся от опорного колеса, при этом его лопатки циклически закрывали и открывали отверстия. Семена высыпались на почву порциями и рассыпались широкой полосой¹². Сеялку изобретатель объединил с плугом, благодаря чему получил комбинированную машину: распределенные по поверхности поля семена тут же закрывались почвой. В результате проведенных испытаний Локателли удалось повысить урожайность почти на 60 %, автору была дана государственная привилегия на изготовление и продажу разработанных машин. Описание этой сеялки было сделано в 1650 г. Гавриилом Платте. В целом и «высеваящий прибор», и сама сеялка Локателли оказались настолько удачными, что их широко применяли по всей Европе вплоть до шестидесятых годов XVIII в.

В последующий период одной из наиболее удачных считалась сеялка известного английского агрария и изобретателя Джетро Тулла, одного из вдохновителей и творцов «британской аграрной революции», который в период с 1701 по 1730 г. присоединил к ящику ряд воронок

¹⁰ Скорняков. От шумеров до наших дней... С. 28.

¹¹ Безрукий, Макеев. От серпа до комбайна... С. 97.

¹² Халанский. Экскурсия за плугом... С. 37.

с трубками, превратив таким образом сеялку Локателли из разбросной в рядовую¹³.

Тулл широко известен как «прародитель» пропашной системы земледелия (посевы с широкими междурядьями, мотыжение междурядий после появления всходов и др.), описанной им в своей наиболее значимой работе «Конно-мотыжное земледелие»¹⁴. По сути, Тулла можно считать создателем первой европейской рядовой сеялки, являющейся неотъемлемой частью предложенной им системы земледелия. Такая сеялка обеспечивала высокое по тем временам качество заделки семян, однако показатели их дозирования по-прежнему оставались крайне низкими.

В 1761 г. Анри Луи Дюамель дю Монсо, французский ботаник, агроном, химик, физик, инженер, литератор, член Французской академии наук, Лондонского королевского общества, почетный член Петербургской академии наук, модернизировал сеялку Тулла, уменьшив дробление зерна и введя регулировку нормы высева¹⁵. Несмотря на усовершенствования, добиться устойчивой подачи семенного материала по-прежнему не удавалось. К тому же компоновка сеялки оставалась примитивной и ненадежной. Частично эти недостатки были устранены в конструкции сеялки-плуга Шатавье, принципиальным отличием которой являлось наличие сменных валиков с ячеистыми катушками и ременным приводом от шкива на оси передка и небольших плужных лемехов, выполняющих роль сошников¹⁶.

В 1782 г. англичанином Джейкобом Куком была сконструирована сеялка с ложечным высевальным аппаратом (рис. 3а). Применение такого аппарата обеспечивало повышение точности высева заданной нормы семян, снижало вероятность забивания дозирующих отверстий. Однако ложечный аппарат Кука был низкопроизводительным, показатели его работы в значительной степени зависели от рельефа и уклона поверхности поля¹⁷. В 1790 г. система ложечного дозирования была модернизирована земляками Кука — Болдвином и Уэльсом. Предложенные ими аппараты содержали диски диаметром около 200 мм, жестко закрепленные на валу. С обеих торцевых сторон диска в шахматном порядке располагались ложечки. В конструкции сеялки авторами была предусмотрена возможность регулировки угловой скорости высевального аппарата, а для высева различных по физико-механическим свойствам семян аппараты делались сменными¹⁸. Такая конструкция расширила спектр возможного применения ложечных аппаратов, однако они по-прежнему обеспечивали поштучную или групповую

¹³ Савенко В. А. Рядовые сеялки. Зерноград: ФГОУ ВПО АЧГАА, 2006. С. 47.

¹⁴ См. о ней: *Hidden N. Jethro Tull I, II, and III // The Agricultural History Review*. 1989. Vol. 37. Part 1. P. 26–35.

¹⁵ Там же. С. 52.

¹⁶ Там же. С. 54.

¹⁷ Безрукий, Макеев. От серпа до комбайна... С. 99.

¹⁸ Там же. С. 103.

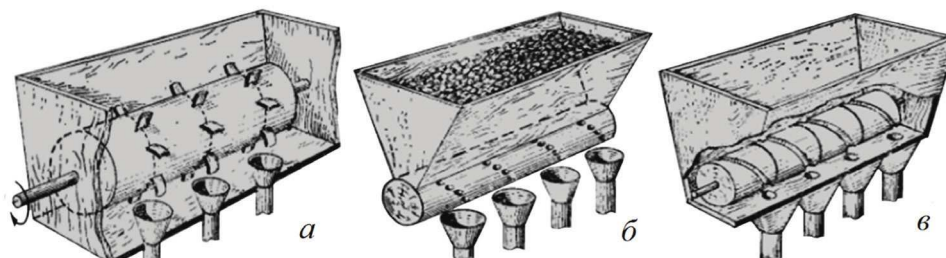


Рис. 3. Высевальные аппараты зерновых сеялок:
 а — ложечный высевальный аппарат Кука; б — ячейчатый высевальный аппарат Дукета; в — спирально-желобчатый высевальный аппарат Удвара

(порционную) подачу семян, при которой рациональная для зерновых норма высева достигалась только при незначительных рабочих скоростях ¹⁹.

Все там же в Англии на волне роста механизации производства и развивающейся промышленности в 1803 г. была построена сеялка Дукета (Дукета), в деревянном валу высевального устройства которой по спирали были сделаны ячейки (рис. 3б) ²⁰. Такая сеялка обеспечивала почти непрерывный высев семян при относительно равномерном их распределении по длине рядка, однако ее производительность оставалась все еще очень низкой. Причем аппарат был приспособлен для высева только узкого спектра культур, ячейки зачастую оставались пустыми, а деревянный вал повреждал отдельные семена. Позже австрийским изобретателем Францем Удваром ячейки были заменены на спиральные желобки. Высевальный вал начали размещать в нижней части бункера, а не под ним (рис. 3в), за счет чего повысилась активация истекающего слоя семян, увеличилась производительность аппарата, сеялка стала менее чувствительна к уклонам рельефа. Позже стали использовать совокупность таких желобков, составляющую ребристую катушку ²¹.

Существенный вклад в развитие конструкции высевальных аппаратов внес один из родоначальников германской аграрной науки, медик по образованию Альбрехт Тэер. Он провел скрупулезный анализ бурно развивающегося английского сельского хозяйства, доработал оригинальную, хоть и неверную теорию гумусного питания, занимался изучением и классификацией почв, основал первую немецкую сельскохозяйственную академию, внес существенный вклад в развитие практики севооборотов, сделал целый ряд значимых предложений технического и технологического характера.

¹⁹ Там же. С. 106.

²⁰ Там же. С. 111.

²¹ Там же. С. 126.

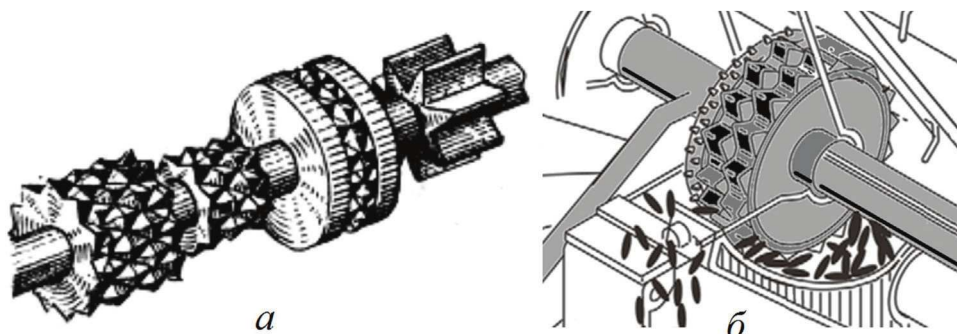


Рис. 4. Катушечно-штифтовые высевальные аппараты:
 а – аппарат с набором катушек; б – высевальный аппарат сеялки Amazone D9

В 1805 г. им был предложен высевальный аппарат, состоящий из металлического валика с укрепленными на нем катушками. Валик получал вращение от ступицы колеса посредством шестеренной передачи²². Для расширения спектра высеваемых культур последователи Тэера стали размещать на валу наборы катушек с различной глубиной и формой желобков (ячеек) (рис. 4а)²³. Одной из разновидностей аппаратов такого типа стали катушечно-штифтовые аппараты (барабанно-штифтовые). Вращаясь, штифтовая катушка создавала поток семян и направляла его в семяпровод. Норму высева регулировали изменением частоты вращения катушки путем подбора нужного передаточного числа механизма привода. Такие аппараты обеспечивали эффективную подачу слабосыпучих, шероховатых семян, однако при этом равномерность высева семян между аппаратами была достаточно низкой. По этой причине катушечно-штифтовые аппараты стали применять в основном для высева туков, хотя на отдельных посевных машинах они применяются для дозирования семян до сих пор (рис. 4б)²⁴.

В целом для конца XVIII и всего XIX в. характерно бурное развитие как кустарного, так и промышленного производства сельскохозяйственной техники, в том числе и посевной. Позже такие авторы, как В. П. Горячкин, А. Н. Семенов, М. Н. Летошнев, Г. М. Бузенков, Ю. А. Вейс, П. С. Харрис, Л. П. Безрукий и др., отмечали широкое конструктивное разнообразие применяемых в этот период высевальных аппаратов зерновых сеялок. Так, например, в 1872 г. англичанин Самс предложил к использованию простой в изготовлении мотыльковый высевальный аппарат²⁵. Он содержал вал, на котором с определенным шагом были закреплены «перекрученные» шайбы.

²² Савенко. Рядовые сеялки... С. 62.

²³ Безрукий, Макеев. От серпа до комбайна... С. 128.

²⁴ Ценч Ю. С., Маслов Г. Г., Трубилин Е. Г. К истории развития сельскохозяйственной техники // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2018. № 3 (47). С. 118.

²⁵ Безрукий, Макеев. От серпа до комбайна... С. 134.

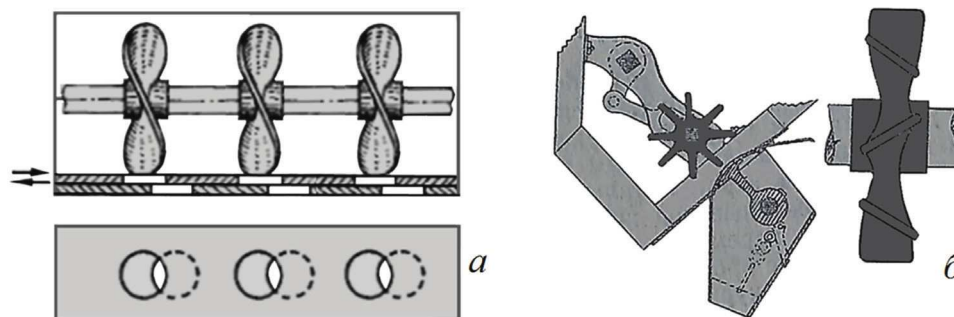


Рис. 5. Мотыльковые высевальные аппараты:
а — аппарат Самсы (шайбовый); б — мотыльково-лопаточный аппарат

Под каждой шайбой в дне бункера изготавливалось отверстие круглого сечения, размер которого регулировался заслонкой с аналогичными отверстиями (рис. 5а). При вращении вала шайбы ворошили семена и подавали их к выпускным отверстиям. Такой аппарат почти не травмировал семена, однако качество его работы существенно зависело от рельефа поля и режимов работы сеялки. В дальнейшем были разработаны и другие варианты мотыльковых высевальных аппаратов, такие, например, как аппарат Робиляра, или мотыльково-лопаточный аппарат (рис. 5б), и др.²⁶ Из-за неустойчивого высева такие аппараты не получили широкого применения при дозировании зерновых культур, однако благодаря активному воздействию на семена они достаточно эффективно применялись для высева малосыпучих семян, а также использовались в качестве активаторов в комплексе с аппаратами других типов²⁷.

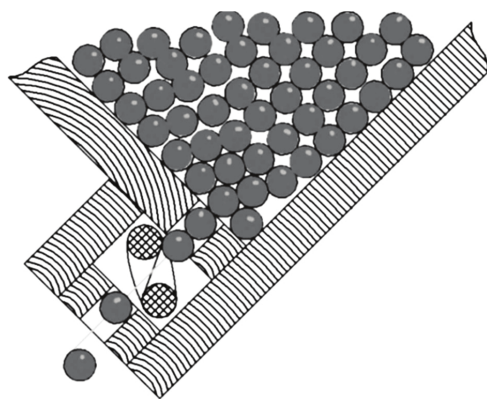


Рис. 6. Канатиковый высевальный аппарат

Оригинальной конструкцией отличался канатиковый высевальный аппарат (рис. 6), в котором для высева зерна служила цепочка или канатик, свитый из двух жгутов проволоки, пропущенный через канал вдоль ящика в дне сеялки. В канале, сверху и снизу его, были сделаны отверстия в чередующемся порядке. Вследствие возвратно-поступательного движения канатика вдоль канала семена, попадающие в него через верхние отверстия, распределялись и высевались через нижние

²⁶ Вейс Ю. А. Почвообрабатывающие и посевные машины травопольной системы земледелия. Минск: Редакция сельскохозяйственной литературы, 1952. С. 63.

²⁷ Там же. С. 67.

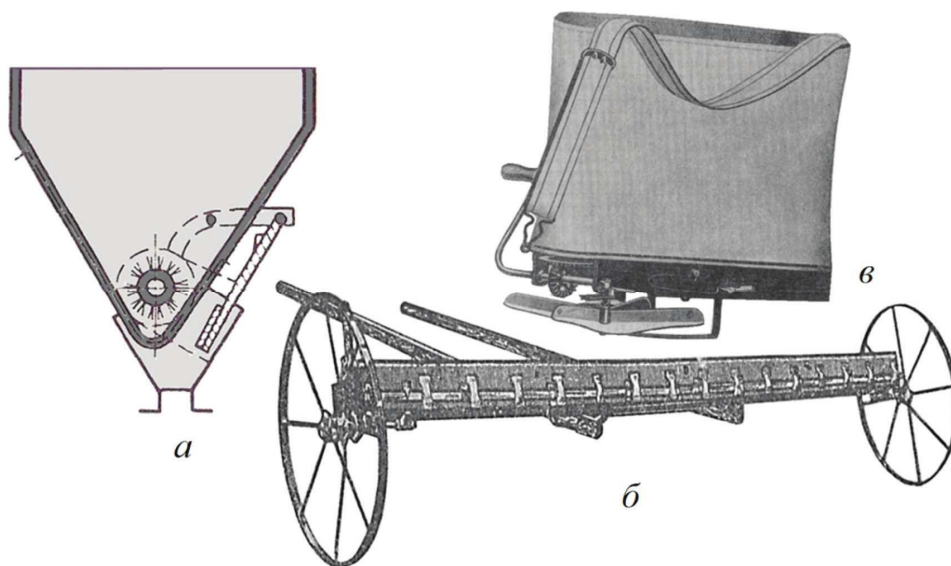


Рис. 7. Средства механизации разбросного способа сева:
 а — щеточный высевальный аппарат; б — вид щеточной сеялки сзади; в — ручная разбросная сеялка

отверстия путем протирания ²⁸. Норма высева устанавливалась изменением частоты и амплитуды колебаний канатиков.

Канатиковыми сеялками распределяли по поверхности поля мелкие семена с нормой высева от 1,5 до 38 кг/га, при этом их рассеивание производилось более или менее широкими, неперекрывающимися рядами. Для повышения равномерности распределения семян у выходных отверстий устанавливали специальные отражатели. Работа канатиковых аппаратов существенно зависела от степени наполнения ящика семенами, при полном ящике норма высева возрастала на 40 % ²⁹.

Еще более простая конструкция характерна для щеточных высевальных аппаратов (рис. 7а). В нижней части семенного ящика располагался вал, который получал вращение от колеса, а на валу с постоянным шагом закреплялись деревянные цилиндры с радиально закрепленными щетинками. Против каждой щетки в задней стенке ящика были сделаны отверстия, перекрываемые регулировочной заслонкой, расположенной вдоль и снаружи задней стенки ящика. В Советском Союзе подобная конструкция была, например, у высевальных аппаратов сеялки СК-4 (рис. 7б), производимой на заводе «Красная звезда». Эта сеялка при ширине захвата 4 м и емкости семенного ящика 32 кг,

²⁸ Там же. С. 70.

²⁹ Бузенков Г. М., Ма С. А. Машины для посева сельскохозяйственных культур. М.: Машиностроение, 1976.

имела оглобельную запряжку. Ее тяговое сопротивление составляло 30 кг³⁰.

Щеточные высевальные аппараты обеспечивали более равномерное распределение семян, чем канатиковые. Однако при этом они хуже работали при высеве травосмесей: через некоторое время работы смесь в ящике имела несколько иной состав, чем при засыпке, так как семена с гладкой поверхностью хуже захватывались щетинками аппарата. И те и другие аппараты применялись до 40-х гг. XX в. как правило для разбросного посева семян. Этот способ реализовывался также сеялками с центробежными тарельчатыми или дисковыми распределяющими аппаратами. Подобные сеялки в конце XIX — начале XX в. выпускались и в «ручном» варианте. Они выполнялись в виде сумки, под днищем которой размещался крылач, приводимый во вращение ручкой или своеобразным «смычком»³¹.

Также в первой половине XX в. из-за нестабильной подачи семян производители отказались от применения фрикционных высевальных аппаратов, в которых вынос зернового потока происходил за счет его защемления вращающимися валиками или катушками. Авторами была разработана широкая гамма таких устройств. Например, Б. А. Крилем был описан фрикционный аппарат, состоящий из активного и пассивного параллельно расположенных валиков. Пассивный валик изготавливался из чугуна, а активный покрывался пористой резиной. М. Г. Руденко предлагал к использованию фрикционный аппарат с двумя эластичными валиками, а Д. Б. Дунаевский в своих исследованиях применял один вращающийся эластичный валик с примыкающей к нему декой. Фрикционные высевальные аппараты могли применяться в конструкции как рядовых, так и разбросных сеялок³².

Несмотря на простоту конструкции и высокую производительность, сеялки для разбросного сева постепенно вытеснялись с рынка рядовыми сеялками, которые обеспечивали относительно стабильную глубину заделки семян. Для таких сеялок в середине XIX столетия Слайк в Эдинбурге, Древиц и Рудольф в Торне на основе разработок Дукета, Удвара, Таера и др. создали устройство, из которого в США в 80-х гг. XIX в. развился катушечный (катушечно-желобчатый) высевальный аппарат, практически аналогичный современным (рис. 8)³³.

Аппараты такого типа выпускались (и продолжают выпускаться) в самых разнообразных вариантах: с литыми и штампованными корпусами, с нижним и верхним высевом, с винтовой и прямой формой желобков и т. д. Например, в нашей стране на классических зерновых сеялках использовались катушки диаметром 51 мм при длине 51 мм, на льняных сеялках — также 51 мм при длине 27 мм, 12 желобках

³⁰ Вейс. Почвообрабатывающие и посевные машины... С. 83.

³¹ Harris, P. S. Farm Machinery and Equipment. New York; London: McGraw-Hill Book Company, 1937.

³² Бузенков, Ма. Машины для посева сельскохозяйственных культур...

³³ Савенко. Рядовые сеялки... С. 71.

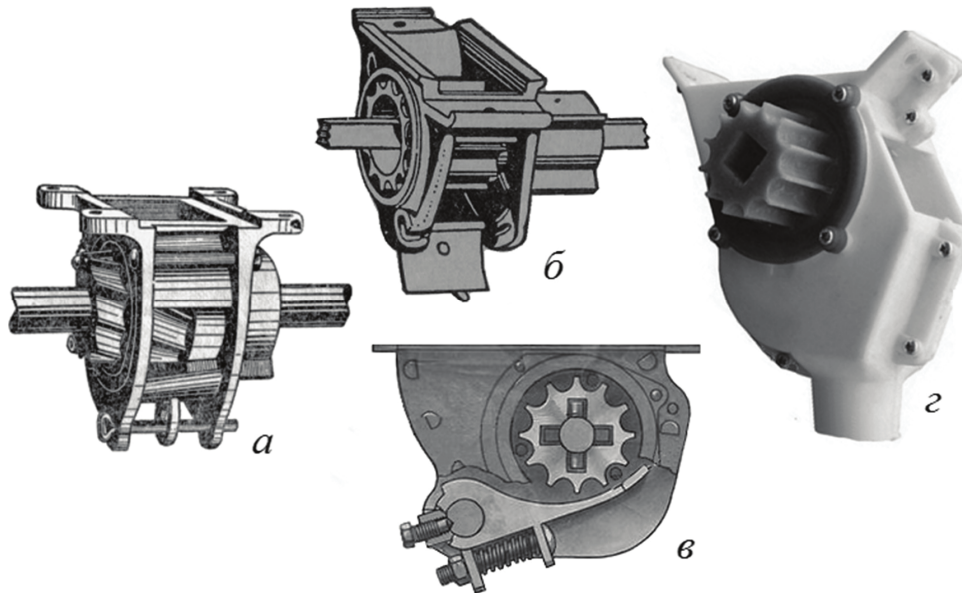


Рис. 8. Катушечные высевальные аппараты:

а — с литым корпусом и винтовыми желобками; б — с литым корпусом и прямыми желобками; в — со штампованным корпусом; г — выполненный из полимерных материалов

в катушке и их глубине 5,8 мм. Для высева семян трав применялись катушки меньшего размера и с желобками глубиной 2 мм³⁴. Благодаря относительной простоте конструкции и высокой точности дозирования семян даже при высоких скоростях посева катушечные высевальные аппараты получили в настоящее время наибольшее распространение. Их применяют как в большинстве моноблочных сеялок, так и в посевных комплексах, где пневматика служит, как правило, только для распределения семян по сошникам, а не для их общего дозирования³⁵.

В странах Северной Америки в начале XX в. получили распространение внутриреберчатые (кольцевые) высевальные аппараты, которые работали следующим образом: семена из семенного ящика самотеком поступали в семенную коробку, откуда при вращении кольца выносились его внутренней рифленой поверхностью через калиброванное сечение выходного канала. При определенном угле откоса семена осыпались в сторону открытой части кольца (рис. 9а) и попадали в горловину семяпровода. Высев, как правило, регулировался частотой вращения кольца, в отдельных конструкциях — изменением ширины канала за счет осевого смещения диска кольца с валом аппарата. При этом Ф. Г. Гусинцевым было экспериментально установлено, что такие

³⁴ Вейс. Почвообрабатывающие и посевные машины... С. 92.

³⁵ Семенов А. Н. Зерновые сеялки. М.; Киев: Южное отделение Машгиз, 1959. С. 174.

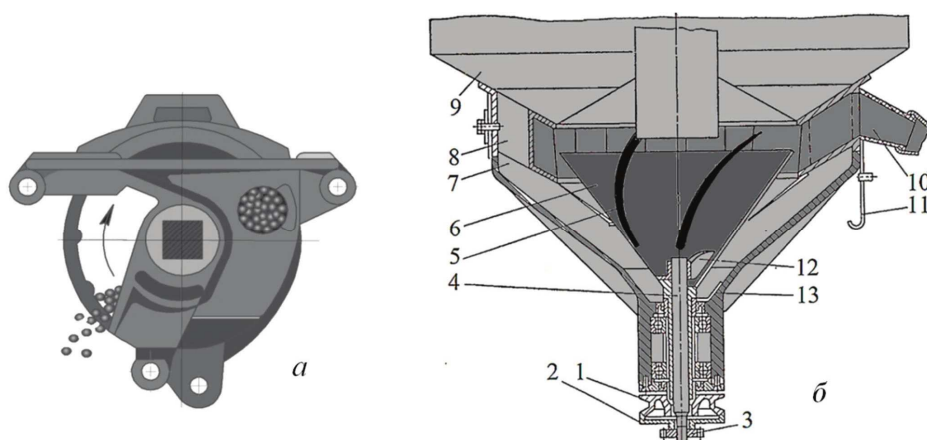


Рис. 9. Внутрيرهберчатый и центробежный высеваший аппараты:
 а – внутрيرهберчатый (кольцевой) аппарат; б – центробежный аппарат сеялки
 «Стокланд»; 1 – приводной шкив; 2 – фланец регулировочный; 3 – прижимная
 гайка; 4 – вал; 5 – лопасти конуса; 6 – конус; 7 – корпус; 8 – кольцо
 распределительное; 9 – бункер; 10 – горловина; 11 – задвижка; 12 – заслонка;
 13 – скребковый нагнетатель

высеваший аппараты обеспечивают более высокую равномерность распределения семян в рядке, чем катушечные³⁶. Тем не менее из-за низкой универсальности, ограниченных возможностей по настройке нормы высева, чувствительности к рельефу поля такие аппараты постепенно были вытеснены катушечными.

Некоторые конструкторы предлагали использовать центробежные высеваший аппараты не только для распределения семян при разбросном способе посева, но и для их дозирования в конструкции рядовых сеялок. Так, например, сеялки «Стокланд» были оснащены аппаратами, работающими следующим образом (рис. 9б): семена из бункера (9) поступают в зону питания через отверстия между выходными каналами распределительного кольца (8). При вращении конуса (6) семена нагнетателем (13) отжимаются к конусу (6) и поступают через дозирующее отверстие, сечение которого регулируется заслонкой (12), во внутреннюю его полость. Под действием центробежной силы семена перемещаются по лопастям (5) к выходным каналам распределительного кольца (8) и далее поступают в горловину (10) и семяпроводы (на рисунке не показаны). Норма высева устанавливалась изменением положения поворотной заслонки (12) при помощи регулировочного фланца.

Высеваший аппарат сеялки «Стокланд» был приспособлен для высева различных культур, как зерновых, так и овощных. К его недостаткам можно отнести повышенное повреждение семян и зависимость

³⁶ Летошнев М. Н. Сельскохозяйственные машины. Л.; М.: Сельхозгиз, 1955. С. 262.

нормы высева от скорости движения агрегата. Этот недостаток частично устранялся за счет применения центробежных регуляторов, автоматически меняющих сечение дозирующего отверстия при изменении угловой скорости конуса (разработчик – П. А. Хегай). Однако, несмотря на вводимые усовершенствования, центробежные высевальные аппараты не получили широкого применения ³⁷.

С первой половины XX в. в качестве перспективного направления развития дозаторов семян рассматривалось применение вибрации, под воздействием которой их массив начинает вести себя как вязкая жидкость. В нашей стране разработкой таких аппаратов, обоснованием их параметров и режимов работы занимались академик В. А. Желиговский, такие ученые, как Н. В. Антонов, Н. М. Беспямятнова, А. С. Бойко, Н. Е. Кудрявцев, Р. Г. Кузнецова, Н. В. Сегеда, В. А. Скользаев, В. М. Сысоев и мн. др. В качестве вибрирующего элемента применялись дно семенного ящика, отдельный лоток, питающая трубка, заслонка и другие узлы, приводимые в движение электромагнитным, механическим, гидравлическим или пневматическим способом ³⁸. Тем не менее в мировом производстве вибрационные системы дозирования семян не получили массового применения, хотя, несомненно, как и почти век назад, могут считаться перспективными (с учетом бурного развития электронных систем управления процессами).

Отдельными авторами предпринимались попытки использования пневматических высевальных аппаратов для высева зерновых. Например, еще в 30-х гг. XX в. этим вопросом занимался В. И. Александров, а в 1943 г. И. Л. Слуцким для посева зерновых культур была предложена конструкция пневматического высевального аппарата, представляющая полый цилиндр с отверстиями ³⁹. При создании в полости вращающегося цилиндра вакуума семена присасывались к отверстиям с наружной стороны цилиндра и выносились из бункера. Постепенно эти аппараты переродились в аппараты точного высева, а на зерновых сеялках не прижились из-за сложной конструкции и низкой производительности.

В целом проведенный анализ позволил сделать вывод, что с первой половины XVII в., когда ручной или решетный рассев был заменен «высевальным прибором» Локателли, началось интенсивное развитие дозирующих систем зерновых сеялок. Путем внедрения новых конструкций разработчики пытались добиться следующих показателей работы: широкого диапазона производительности, подачи заданной нормы семян независимо от режимов работы сеялки и агроландшафтных условий, универсальности, простоты конструкции, регулировок

³⁷ Несмиян А. Ю., Костылева Л. М. Механизация растениеводства. Зерноград: ФГБОУ ВПО АЧГАА, 2013. С. 25.

³⁸ Елизаров В. П., Артюшин А. А., Ценч Ю. С. Перспективные направления развития отечественной сельскохозяйственной техники // Вестник ВИЭСХ. 2018. № 2 (31). С. 13.

³⁹ Бузенков. Машины для посева сельскохозяйственных культур... С. 131.

и обслуживания, снижения уровня травмирования семян и т. д. Исследователями были предложены и прошли промышленную апробацию высевальные аппараты самых различных конструкций: ячеистые, желобчатые, катушечно-штифтовые, катушечные; внутриреберчатые (кольцевые), мотыльковые, канатиковые, фрикционные, щеточные, центробежные, пневматические, вибрационные и др. Работы в этом направлении продолжаются до сих пор, благодаря чему получен ряд перспективных теоретических и практических результатов в области разработки вибрационных и пневматических высевальных аппаратов. Тем не менее с незначительными модернизациями в конструкции посевных машин уже почти 130 лет доминирует катушечный высевальный аппарат. Благодаря относительной простоте устройства и высокой точности дозирования семян даже при высоких скоростях посева катушечные высевальные аппараты применяют как в большинстве современных моноблочных сеялок, так и в посевных комплексах в сочетании с пневматическим распределением и транспортировкой семян.

References

- Bezrukii, L. P., and Makeev, N. K. (1984) *Ot serpa do kombaina [From Sickle to Combine]*. Minsk: Uradzhai.
- Buzenkov, G. M., and Ma, S. A. (1976) *Mashiny dlia poseva sel'skokhoziaistvennykh kul'tur [Machines for Sowing Agricultural Crops]*. Moskva: Mashinostroenie.
- Elizarov, V. P., Artiushin, A. A., and Tsench, Iu. S. (2018) Perspektivnye napravleniia razvitiia otechestvennoi sel'skokhoziaistvennoi tekhniki [Promising Areas in the Development of Russian Agricultural Machinery], *Vestnik VIESKh*, no. 2 (31), pp. 12–18.
- Harris, P. S. (1937) *Farm Machinery and Equipment*. New York and London: McGraw-Hill Book Company.
- Hidden, N. (1989) Jethro Tull I, II, and III, *The Agricultural History Review*, vol. 37, part 1, pp. 26–35.
- Khalanskii, V. M. (1974) *Ekskursiia za plugom [An Excursion behind the Plow]*. Moskva: Kolos.
- Letoshnev, M. N. (1955) *Sel'skokhoziaistvennye mashiny [Agricultural Machines]*. Leningrad and Moskva: Sel'khozgiz.
- Nesmiiian, A. Iu., and Kostyleva, L. M. (2013) *Mekhanizatsiia rastenievodstva [The Mechanization of Crop Farming]*. Zernograd: FGBOU VPO AChGAA.
- Nesmiiian, A. Iu., and Tsench, Iu. S. (2018) Tendentsii i perspektivy razvitiia otechestvennoi tekhniki dlia poseva zernovykh kul'tur [Trends and Perspectives for the Development of Sowing Grain Crops National Technology, *Sel'skokhoziaistvennye mashiny i tekhnologii*, vol. 12, no. 3. pp. 45–52.
- Raskopki shumeriskikh gorodov [Excavations of Sumerian Cities], <https://diletant.media/excursions/34644393/>
- Savenko, V. A. (2006) *Riadovye seialki [Row Seeders]*. Zernograd: FGOU VPO AChGAA.
- Semenov, A. N. (1959) *Zernovye seialki [Grain Seeders]*. Moskva and Kiev: Iuzhnoe otdelenie Mashgiz.
- Skorniakov, S. M. (1977) *Ot shumerov do nashikh dnei [From the Sumerians to the Present Day]*. Moskva: Rossel'khozizdat.
- Strizhov, V. A. (2004) *Istoriia sozdaniia posevnykh mashin i perspektivy ikh razvitiia [The History of Sowing Machines and the Prospects for Their Development]*. Cheliabinsk: ChGAU.

- Tsench, Iu. S., Maslov, G. G., and Trubilin, E. G. (2018) K istorii razvitiia sel'skokhoziaistvennoi tekhniki [Towards the History of Agricultural Machinery Development], *Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, no. 3 (47), pp. 117–123.
- Veis, Iu. A. (1952) *Pochvoobrabatyvaiushchie i posevnye mashiny travopol'noi sistemy zemledeliia* [Soil Tillage and Sowing Machines Used in Ley Farming]. Minsk: Redaktsiia sel'skokhoziaistvennoi literatury.

Received: December 17, 2018.