

DOI 10.33952/2542-0720-2021-1-25-150-163

УДК 633.522:631.352.5

Попов Р. А.

ИННОВАЦИОННЫЕ РАЗРАБОТКИ И СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ДЛЯ УБОРКИ КОНОПЛИ ПОСЕВНОЙ

ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур»

Реферат. Перспективным направлением развития сельского хозяйства в России в ближайшие годы становится коноплеводство, что обусловлено задачами по импортозамещению хлопка на отечественное волокно из конопли и льна. Важнейшим технологическим процессом при возделывании посевной конопли является ее уборка, которая требует применения специализированной техники и оборудования из-за особенностей строения стебля и значительной высоты посевов. Целью настоящей работы является исследование вопроса технической оснащенности отечественного коноплеводства и изыскание современных машин и технических решений для уборки конопли. Посевная конопля возделывается на семена, на волокно и на двустороннее использование, поэтому для ее уборки применяются различные технологии. Установлено, что в нашей стране коноплеуборочная техника уже долгое время не производится, для уборки посевов используются классические комбайны и машины общего назначения. Рассмотрена техника, применяемая в коноплесеющих хозяйствах России. Выявлено, что для сбора семян конопли адаптируются зерноуборочные комбайны типа «ПАЛЕССЕ»-GS12, «ACROS»-585/595, «Дон»-1500Б и др., обеспечивается поточность процесса и качественный обмолот, однако в поле остается несрезанный стеблестой высотой от 1,2 метра. Для уборки культуры на волокно («зеленец») разработаны инновационные машины на базе отечественных кормоуборочных комбайнов «Дон-680М» и «RSMF-2450» с комплектом переоборудования под коноплю. Полевые испытания опытных образцов показали положительный результат. Комбайны полностью срезают стебли, измельчают на отрезки длиной 50 см и укладывают в валок, но не очесывают от зеленых листьев и соцветий. По результатам работы предложена схема инновационной универсальной коноплеуборочной машины для уборки посевной конопли по всем направлениям возделывания. Ее применение позволит полностью механизировать процесс уборки посевной конопли, осуществлять сбор семян и стеблей и получать конопляное сырье высокого качества.

Ключевые слова: конопля посевная (техническая) *Cannabis sativa L.*, уборка конопли, комбайны, жатки, механизация, инновационные машины.

Для цитирования: Попов Р. А. Инновационные разработки и современные технические средства для уборки конопли посевной // Таврический вестник аграрной науки. 2021. № 1(25). С. 150–163. DOI: 10.33952/2542-0720-2021-1-25-150-163.

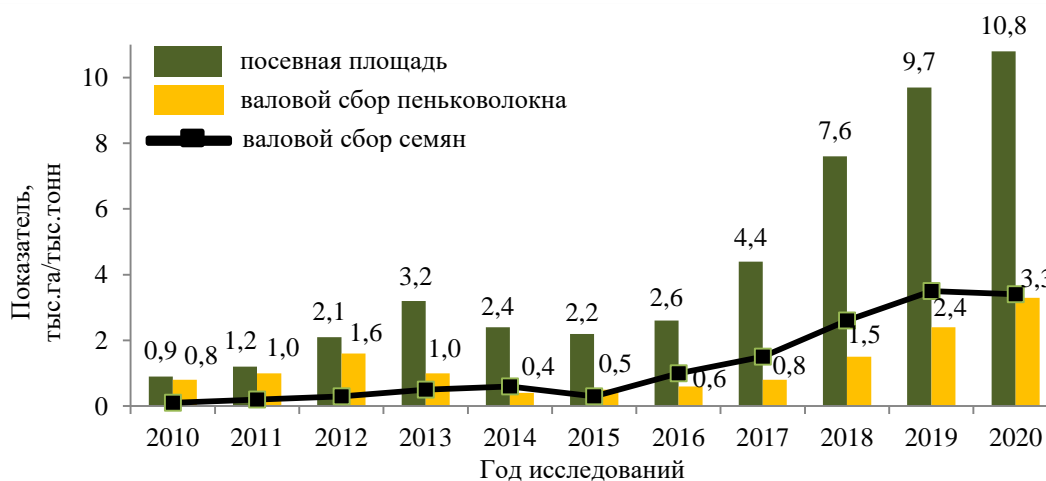
For citation: Popov R. A. Innovative developments and modern technical means for seeded hemp harvesting // Taurida Herald of the Agrarian Sciences. 2021. No. 1 (25). P.150–163. DOI: 10.33952/2542-0720-2021-1-25-150-163.

Введение

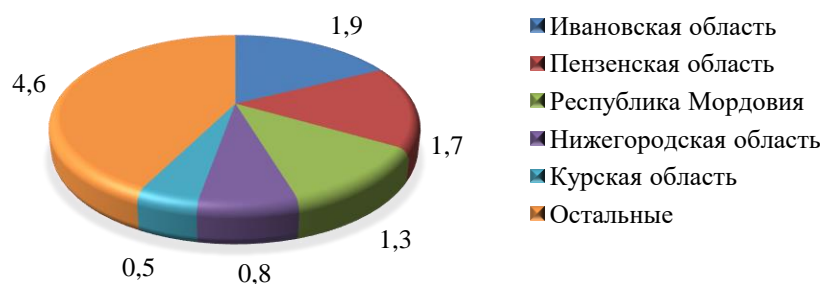
В последнее время в России все больше возрастает интерес к возделыванию посевной (технической, безнаркотической) конопли. Техническая конопля (*Cannabis sativa L.*) – наиболее ценная лубяная культура, являющаяся сырьем для производства пеньковолокна, конопляного масла, целлюлозы, костры, пищевой и иной разнообразной продукции в различных отраслях экономики.

Конопляные волокна по сравнению с другими лубяными культурами отличаются большей крепкостью и долговечностью. Использование компонентов конопли в сердечниках стальных тросов, морских канатах, внутренней отделке автомобилей и других ответственных элементах лишней раз доказывает высокую технологичность и эффективность культуры. Благодаря внедрению селекционных достижений, научных разработок для производства и современных технологий для переработки конопляного сырья сфера применения технической конопли только расширяется [1–7].

За истекшее десятилетие в нашей стране наблюдается увеличение посевных площадей культуры, валового сбора и урожайности пеньковолокна и семян. В 2020 г. посевная площадь конопли, которая возделывалась в 15 российских субъектах, составила 10,8 тыс. га (111 % по сравнению с 2019 г.) (рисунок 1 А). Традиционно к наиболее крупным коноплесеющим регионам относятся Пензенская, Курская, Нижегородская области, Республика Мордовия, на долю которых приходится порядка 50 % посевов конопли (рисунок 1 Б) [8, 9]. Благоприятные природно-климатические условия для выращивания культуры, наличие мощностей по переработке и рынков сбыта в данных субъектах способствуют производству технической конопли в промышленных масштабах.



А



Б

Рисунок 1 – Динамика производства (А) и структура посевных площадей технической конопли в России (Б)

В последнее время расширяется география выращивания технической конопли в различных климатических зонах нашей страны, например, в Ивановской области в 2020 г. впервые была посеяна данная культура, а в ближайшей

перспективе там планируется реализация инвестиционного проекта по строительству масштабного предприятия по производству пеньковолокна [10]. К крупнейшим отечественным производителям технической конопли относятся ООО «Коноплекс» (Пензенская область), ЗАО Агрофирма «Южная» (Курская область), ООО «Нижегородские волокна конопли» (Нижегородская область), ООО «Мордовские пенькозаводы» (Республика Мордовия), ООО «Смарт Хемп Иваново» (Ивановская область), имеющие наиболее развитую материально-техническую базу для возделывания посевной конопли.

Также стоит отметить, что техническая конопля возделывается более чем в 30 странах мира. Лидерами по площади посева считаются США, Канада, Китай и Франция (свыше 65 % мировой площади под коноплей), а по производству пеньковолокна – КНДР, Китай, Нидерланды и Чили (больше 70 % от валового сбора). Во Франции самая высокая урожайность (более 16 ц/га) и валовой сбор семян 6,2 тыс. тонн [11–14].

На протяжении многих лет более динамичное развитие отечественного коноплеводства сдерживалось отсутствием современных высокопроизводительных уборочных машин и комплексов российского производства, поскольку именно уборка технической конопли является самым трудоемким и наиболее проблемным этапом производства культуры. Для сбора посевов конопли требуется комплекс узкоспециализированной техники, применение которой в основном связано с коноплей. А значительная высота растений (в среднем 2–3 м), строение стебля, наличие волокнистого слоя в его структуре дополнительно осложняют процесс сбора урожая и воздействие рабочих органов уборочных машин [15–18].

Зарубежная коноплеуборочная техника присутствует на рынке и представлена высокопроизводительными комбайнами и жатками, однако из-за высокой стоимости, сложности конструкции, отсутствия запасных частей для многих хозяйств России она является недоступной. По этой причине исследование современного состояния технической оснащенности коноплеводства, изыскание новых рабочих органов и создание инновационных машин для уборки конопли является важной и актуальной задачей в развитии отечественного коноплеводства, поддержании стабильности и конкурентоспособности отрасли.

Цель исследований – оценить состояние технического обеспечения процесса уборки посевной конопли в России и выявить современные технические средства и инновационные разработки, применяемые для повышения уровня механизации уборочных работ.

Материалы и методы исследований

Информационную базу для проведения исследований составили научные публикации по возделыванию и уборке лубяных культур отечественных и зарубежных авторов, аналитические, информационные материалы и другие доступные источники за период с 2008 по 2020 годы. При выборе научных работ для обзора отдан приоритет высокоцитируемым источникам. Также были просмотрены списки литературы отобранных статей для выявления дополнительных релевантных источников информации.

Дополнительно в ходе исследований изучался практический опыт уборки посевной конопли в ряде коноплесееющих регионов России (Пензенской, Курской, Нижегородской, Ивановской областях и других субъектах). Объектом исследования являлись современные технические средства, применяемые для уборки культуры. Для обработки полученных данных использовался аналитический метод и метод сравнительного анализа.

Результаты и их обсуждение

Результаты изучения ряда исследований, научных работ и информационно-аналитических материалов [19–32] показали, что в настоящее время для уборки технической конопли по различным направлениям ее возделывания применяются советские прицепные коноплежатки ЖСК-2,1; ЖК-1,9 (в основном на селекционных и товарных посевах небольшой площади), которые после многочисленных ремонтов еще выполняют свои функции, зерноуборочные и кормоуборочные комбайны зарубежного производства типа «PALESSE», «Дніпро-350», «New Holland», «CASE», «Claas Jaguar» и др., приспособленные для сбора конопли, а также специализированные зарубежные коноплеуборочные комбайны типа «John Deere», «Claas Xerion», «DEUTZ-FARH», «Multi Combine» и др. и прицепные многоуровневые жатки «Tebeco», «Schumacher», «Clipper» с высокой скоростью резания. Обзорные исследования по указанным машинам более подробно изложены в работах [16, 17, 21–28].

На сегодняшний день наибольший интерес для отрасли представляют современные производительные и доступные технические средства, конструкторские и инновационные решения для интенсификации уборочных работ в коноплеводстве. В России уже более 30 лет серийно не производят специализированную коноплеуборочную технику, так как после снятия ограничений на возделывание конопли отечественное коноплеводство переживает период становления и развития. Один из основных производителей техники ООО ПО «Завод Бежецксельмаш» (Тверская область) с 2000 г. перепрофилировал производство на другие виды продукции из-за отсутствия заказов и государственной поддержки. Вместе с тем, комплекс советской коноплеуборочной техники, производимой в 1970-х – 1990-х гг. (прицепные коноплекомбайны, коноплежатки и коноплемолотилки), имеет ряд существенных недостатков – малая производительность (около 1 га/ч), низкая технологичность, моральный и физический износ, присутствие значительных затрат ручного труда [16, 23, 24].

Попытки создания современных технических средств, новых рабочих органов для повышения эффективности уборки технической конопли уже предпринимались в начале 2000-х гг. В ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ» был разработан опытный образец самоходной коноплеуборочной жатки мотовильного типа СКЖ-2,6 на базе зернового комбайна СК-5 «Нива» для уборки конопли на «зеленец» с укладкой в широкий валок. Учеными Чувашской ГСХА были представлены наработки по созданию новой ротационной косилки для уборки технической конопли. Однако возможности создания линейки техники в указанный период времени так и не были реализованы, в том числе по финансовым причинам [33–35].

Для налаживания промышленного производства коноплеуборочной техники требуется комплексный подход в решении многих вопросов – активизации рынка техники, взаимодействия структур различных уровней и т.д. Создание современных высокопроизводительных машин для уборки технической конопли также потребует и значительных финансовых вложений, в связи с чем в цепочке должна присутствовать заинтересованность инвесторов, платежеспособность самих хозяйств и роль государства в части разработки программ поддержки производства коноплеуборочной техники. Поэтому в сложившихся условиях на первый план выходят разработки экспериментальных образцов и адаптация уборочных машин общего назначения применительно к технической конопле.

В настоящее время некоторые российские машиностроительные предприятия уже ведут работы по созданию опытных образцов самоходных машин для уборки технической конопли. Так, ООО «Комбайновый завод «Ростсельмаш» (г. Ростов-на-Дону) разработал экспериментальные образцы машин для уборки конопли на базе кормоуборочных комбайнов «Дон-680М» и «RSMF-2450» (рисунок 2 А).

В конструкцию комбайнов внесен ряд технических изменений с учетом особенностей конопли: установлен новый измельчающий аппарат для резки волокнистых стеблей, модернизированы питающий аппарат и система приводов. Для срезания стеблестоя применены ротационные кукурузные жатки «Кемрег-445» (для Дон-680М) и «МН-600» (для RSMF-2450), состоящие из наборных секций режущих и транспортирующих дисков, работающих с высокой скоростью вращения для обеспечения чистого среза и исключения намоток (рисунок 2 Б). Данные инновационные машины осуществляют уборку зеленцовых посевов технической конопли на волокно с измельчением стеблей на части (до 50 см) и укладкой массы в валок. Разработчиками инновационных машин совместно с коноплесеющими хозяйствами уже проведены их испытания на полях Нижегородской, Ярославской и Ивановской областей и получен желаемый результат. Ожидаемая производительность машин после испытаний должна составить 20–30 га в смену. В ближайшее время завод планирует серийное производство комплекта переоборудования к комбайну «Дон-680М», который будет включать: измельчающий аппарат, модернизированный питающий аппарат, систему приводов, ротационную жатку «Кемрег» для уборки зеленой конопли [24, 36, 37].



А



Б

Рисунок 2 – Кормоуборочный комбайн «RSMF–2450» (А) и адаптер для среза стеблей технической конопли на зеленец (Б)

ПАО «Пензмаш» (г. Пенза) производит инновационную жатку очесывающего типа «ОЗОН» (совместная разработка с ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур») для очеса сельскохозяйственных, в том числе лубяных культур на корню, которая также может быть использована для сбора семян технической конопли (рисунок 3 А) [38]. Принцип работы жатки заключается в обмолае семенных коробочек путем очеса гребенками, расположенными на барабане жатки, при этом стебель растения захватывается гребенками и протягивается сквозь щель между ними, освобождаясь от зерна (семян). Семенная масса под действием инерции и воздушного потока перемещается к наклонной камере, из которой попадает в молотилку комбайна для домолота и сепарации. Жатка агрегируется и с отечественными, и с импортными зерноуборочными комбайнами (рисунок 3 Б) [39].

Из-за недостатка отечественной коноплеуборочной техники значительная часть коноплесеющих хозяйств приспособливает классические зерноуборочные комбайны (такие как «Десна-Полесье»-GS12, «ACROS»-585/595, «Дон»-1500Б и др.) для сбора технической конопли (семенной части). Технология уборки заключается в следующем: зерновой жаткой срезаются семенные метелки (верхушка стебля), после чего масса поступает в молотильно-сепарирующее устройство комбайна, производится ее обмола. Очищенные семена выгружаются из бункера комбайна в транспортное средство. Стеблестой на корню ниже линии среза и части стеблей, примятые колесами комбайна, остаются в поле до весны для мацерации, после чего осуществляется уборка готовой тресты (обламывание стеблей у основания) с

помощью роторных граблей либо прикатывающих катков и тюкование пресс-подборщиком.



Рисунок 3 – Общий вид очесывающей жатки «ОЗОН» (А) и в агрегате с зерноуборочным комбайном (Б)

Данная технология является относительно новой, применяется в основном для сбора семян конопли. При этом естественным образом можно получить ценное сырье в виде изломанных стеблей (тресты) для переработки в однотипную пеньку (производство текстильных, технических и других изделий) [40–43].

Применение современных технических средств позволяет обеспечить полную механизацию и поточность процесса, оптимальные сроки уборки, снижение затрат на выполнение последующих технологических операций. Технические характеристики экспериментальных коноплеуборочных машин и зерновых комбайнов, применяемых для уборки конопли посевной, представлены в таблице 1 [16, 24, 36].

Таблица 1 – Технические характеристики современной техники для уборки посевной конопли

Показатель	Комбайн Дон-680М	Комбайн RSMF–2450	Комбайн Десна-Полесье-«GS12»	Комбайн Acros-585
Производитель техники	ООО «КЗ «Ростсельмаш»	ООО «КЗ «Ростсельмаш»	ЗАО СП «Брянксельмаш»	ООО «КЗ «Ростсельмаш»
Технология сбора конопли	уборка зеленцовых посевов	уборка зеленцовых посевов	уборка семенных посевов (срез метелок)	уборка семенных посевов (срез метелок)
Средняя высота конопли, м	1,5–2,5	1,5–2,5	2,0–2,5	2,0–2,5
Адаптер для среза стеблей конопли	ротационная жатка «Кетрег»	ротационная жатка «МН-600»	зерновая сегментная жатка	зерновая сегментная жатка
Количество адаптеров, шт.	1	1	1	1
Ширина захвата, м	4,5	6,0	6,0	6,0
Производительность, га/ч	2,0–2,5	2,5–3,5	2,0–3,0	2,0–3,0
Рабочая скорость, км/ч	До 10	10–15	4–6	4–6
Транспортная скорость, км/ч	До 20	До 40	До 20	До 27
Бункер для семян, м ³	отсутствует	отсутствует	8,0	9,0
Масса агрегата, тонн	11,2	12,0	16,6	14,3
Стоимость, млн руб.	До 10,0	До 20,0	До 10,0	До 10,0

Анализ таблицы 1 показывает, что из современной техники для уборки конопли по существующим направлениям возделывания используются разные виды

машин и адаптеров к ним, отличающиеся своим назначением, конструкцией и принципом сбора растений. Различная ширина захвата жаток (от 4,5 до 6,0 м) и широкий диапазон рабочих скоростей (от 4 до 15 км/ч) позволяют получить приемлемую производительность уборки культуры с учетом особенностей строения стеблей конопли, густоты и высоты стеблестоя.

С целью научного изучения технологии уборки технической конопли зерновыми комбайнами в 2019–2020 гг. были проведены собственные экспериментально-технологические исследования, которые проходили в разных климатических зонах (в Пензенской и Курской областях). Исследовали уборку трех сортов однодомной технической конопли с различной густотой, высотой стеблестоя, стадией спелости. Для уборки применяли зерноуборочные комбайны (рисунок 4 А) с диапазоном мощности двигателей от 235 л.с. до 330 л.с., с разной шириной захвата, системой обмолота и объемом бункера для семян (6 и 8 м³). Результаты исследований приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Агротехническая характеристика и качественные показатели уборки конопли зерноуборочными комбайнами

Показатель	Значение показателя		
	Дон-1500Б (7 м)	Дон-1500Б (7 м)	Десна-Полесье GS12 (6 м)
Зерноуборочный комбайн (ширина захвата жатки)	Дон-1500Б (7 м)	Дон-1500Б (7 м)	Десна-Полесье GS12 (6 м)
Рабочая скорость, км/ч	3,0	3,0	5,0
Производительность уборки, га/час	1,5	1,5	2,0
Сорт конопли посевной	Сурская	Надежда	Родник
Экотип	среднерусская	среднерусская	южная
Стадия спелости семян, %	95,0	95,0	90,0
Густота стеблестоя, шт./м ²	43,0	38,0	49
Ширина междурядий, м	0,70	0,70	0,52
Средняя высота стеблестоя, м	2,85	2,35	2,25
Средняя высота линии среза стеблей, м	1,5	1,2	1,3
Средний диаметр стеблей на высоте среза, м	0,01	0,01	0,015
Влажность бункерной массы, %	25,0	26,0	26,0

По результатам исследований установлено следующее. Верхушечная часть стеблей конопли срезается сегментно-пальцевым режущим аппаратом жатки на высоте от 1,2–1,5 м от поверхности почвы. В комбайне Дон-1500Б ограниченная высота подъема жатки затрудняет срез метелок на высоком стеблестое. Срезанная масса шнеком жатки подается через наклонную камеру в комбайн для дальнейшего обмолота и очистки. Наблюдался удовлетворительный срез стеблей и обмолот семян, влажность бункерной массы у всех сортов практически одинаковая. Показатели средней рабочей скорости уборки (от 3,0 до 5,0 км/ч) и производительности (от 1,5 до 2,0 га/час) невысокие, что обусловлено неравномерным фоном посевов – различной густотой, высотой стеблестоя, расположением семенных метелок, забивками рабочих органов. После прохождения комбайнов в поле остаются несрезанные стебли конопли высотой в среднем от 1,2 до 1,5 м и части стеблей, сошедшие с соломотряса (рисунок 4 Б).

При таком способе, в сравнении с уборкой прицепными коноплежатками, полностью исключается ручной труд, существенно снижаются потери семян, сокращаются сроки уборки. К недостаткам стоит отнести необходимость регулярной заточки либо замены сегментов режущего аппарата, забивки, образование намоток на вращающихся рабочих органах и вынужденные остановки комбайна.



Рисунок 4 – Уборка технической конопли зерновым комбайном (А) и остатки стеблей конопли после уборки (Б)

Для дальнейшего повышения уровня технической оснащенности отечественного коноплеводства, выхода на новый уровень развития возникает необходимость разработки доступной российской коноплеуборочной техники, имеющей широкий спектр применения, не уступающей зарубежным образцам.

Исходя из направлений возделывания посевной конопли, рассмотренных технических средств и конструктивных решений для уборки конопли, а также потребности коноплесееющих хозяйств в современной и доступной технике, ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» с учетом совместных наработок с ПАО «Пензмаш», разработал схему отечественной коноплеуборочной машины на базе зернового комбайна для сбора конопли по различным технологиям: на волокно, на семена и одновременно на волокно+семена (рисунок 5).

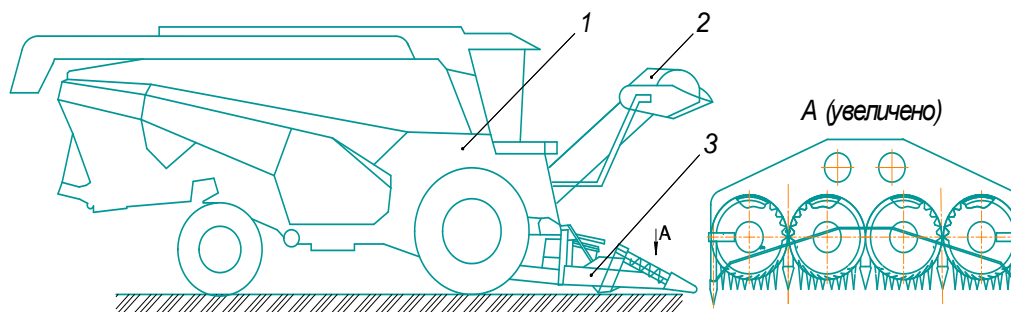


Рисунок 5 – Схема инновационной отечественной коноплеуборочной машины

Примечание. 1 – энергосредство (зерноуборочный комбайн); 2 – очесывающая жатка; 3 – адаптер для среза конопли ротационного типа.

Базовым энергосредством для инновационной машины является зерноуборочный комбайн 5–6 класса. Машина комплектуется сменными адаптерами: ротационной жаткой-косилкой для среза стеблей (ширина захвата 4,5 либо 6 м) и жаткой очесывающего типа «Озон», устанавливаемой на гидравлических пантографах, с возможностью регулировки по высоте для наибольшего захвата семенной части растений и транспортировки в камеру обмолота.

Технологический процесс работы инновационной машины заключается в последовательном выполнении операций очеса и обмолота семенных метелок, скашивания очесанных стеблей и укладки их в валок. Машина может выполнять технологические операции одновременно и по отдельности. Очес семенных метелок осуществляется на корню. Очесанный ворох поступает в комбайн для обмолота,

проходит первичную очистку, и на выходе получают очищенные семена. Стеблестой конопли после очеса срезается жаткой-косилкой и укладывается в валок между колес комбайна. В результате уборки получают качественные семена конопли и (или) конопляная треста. Экономический эффект достигается за счет снижения себестоимости при экономии топлива и электроэнергии на сушку и переработку семенного вороха, исключения дополнительных проходов машины.

В таблице 3 приведены характеристики инновационной коноплеуборочной машины в сравнении с базовым коноплеуборочным комбайном советского производства.

Таблица 3 – Характеристики инновационной коноплеуборочной машины

Показатель	Базовый коноплеуборочный комбайн ККП-1,8	Инновационная коноплеуборочная машина
Технология сбора конопли	уборка семенных посевов с вязкой в снопы и ручной постановкой в суслоны	механизированная (на семена; на волокно; на волокно+семена)
Высота срезаемой конопли, м	1,0–3,0	1,0–4,0
Тип агрегатирования	прицепной	самоходная
Базовое энергосредство	трактор МТЗ-80/82	зерновой комбайн 5–6 класса
Адаптер (механизм) для среза стеблей конопли	режущий аппарат сегментного типа	жатка-косилка ротационного типа
Количество адаптеров для сбора конопли, шт.	1	2
Принцип среза стеблей	подпорный	бесподпорный
Ширина захвата, м	1,75	4,5–6,0
Производительность, га/ч	0,8–1,1	4,0–5,0
Рабочая скорость, км/ч	4,8–6,5	10–12
Транспортная скорость, км/ч	До 15	До 40
Бункер для семян, м ³	отсутствует	10,5
Масса агрегата, тонн	10,0 (с трактором и прицепом)	до 20,0
Ориентировочная стоимость, млн руб.	–	18,0

Как видно из таблицы 3, преимущества инновационной машины в сравнении с другими техническими средствами для уборки конопли, в том числе импортными, очевидны:

1. Применение для уборки технической конопли по всем направлениям возделывания.
2. Возможность получения сырья для производства длинного пеньковолокна за счет сохранения высоты стебля, минимальное механическое повреждение семян.
3. Ширина захвата, рабочая скорость, производительность, функциональность на порядок выше, чем у прицепной коноплеуборочной техники советского производства.
4. Универсальность машины (использование, в том числе, для уборки других сельскохозяйственных культур после замены навесного оборудования).
5. Импортозамещение зарубежной техники (стоимость машины, по предварительной оценке, в 2,0–2,5 раза ниже импортной).

В настоящее время проводятся научно-исследовательские работы по обоснованию конструктивных параметров и режимов работы адаптеров для сбора технической конопли.

Выводы

Анализ состояния технического обеспечения процесса уборки конопли показал, что в России более 30 лет не производят специализированные коноплеуборочные комбайны, а также в стране отсутствует рынок коноплеуборочной техники. Одно из основных машиностроительных предприятий перепрофилировало производство на другие виды машин. Выявлено, что из современной техники сегодня используются отечественные зерноуборочные комбайны, приспособленные для сбора семян конопли, а также экспериментальные образцы машин, разработанные на базе кормоуборочных комбайнов для уборки зеленцовых посевов на волокно. Это позволяет хозяйствам повысить уровень механизации и производительность уборки конопли по определенной технологии ее возделывания.

По результатам исследований предложена схема инновационной коноплеуборочной машины, разработанной на базе отечественного зерноуборочного комбайна, со сменными навесными адаптерами – очесывающей жаткой для сбора семян и ротационной жаткой-косилкой для среза очесанных стеблей и укладки их в валок.

Литература

1. Пашин Е. Л., Жукова С. В., Пашина Л. В., Степанов Г. С. Исследование морфологических и технологических свойств стеблей новых сортов конопли // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2010. № 4(325). С. 21–24.
2. Пашин Е. Л., Жукова С. В. Определение взаимосвязи свойств конопли с особенностями строения стебля // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2012. № 2(338). С. 31–34.
3. Серков В. А., Белоусов Р. О., Александрова М. Р., Давыдова О. К. Конкурсное сортоиспытание перспективного селекционного материала конопли посевной // Нива Поволжья. 2019. № 2 (51). С. 91–100.
4. Серков В. А., Белоусов Р. О., Александрова М. Р., Давыдова О. К. Актуальные направления селекции конопли посевной для решения современных проблем отечественной экономики и импортозамещения (обзор) // Нива Поволжья. 2019. № 3 (52). С. 38–47.
5. Смирнов А. А., Серков В. А., Зеленина О. Н. К вопросу общей концепции инновационного развития отечественного коноплеводства // Достижения науки и техники АПК. 2011. № 12. С. 34–36.
6. Попов Р. А. Состояние, проблемы и возможности для развития отечественного коноплеводства // Агротехника и энергообеспечение. 2019. № 4 (25). С. 42–52.
7. Королева Е. Н., Новиков Э. В., Безбабченко А. В., Шевалдин Д. М. Исследование линий для переработки технической конопли в однотипную и штапелированную пеньку // масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2018. № 3(175). С. 85–91.
8. ЕМИСС. Государственная статистика. Посевные площади и валовые сборы сельскохозяйственных культур в хозяйствах всех категорий. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.fedstat.ru/indicator/31328> (дата обращения 25.12.2020).
9. ФГБУ «Агентство по производству и первичной переработке льна и конопли «Лен» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://agentstvo-len.ru/> (дата обращения 20.12.2020).
10. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. Официальный сайт [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://mcx.gov.ru/press-service/regions/v-toser-yuzha-ivanovskoy-oblasti-realizuyut-krupnyu-investitsionnyu-proekt-po-pererabotke-tekhniches/> (дата обращения 30.11.2020).
11. Серков В. А., Александрова М. Р., Смирнов А. Д. Развитие коноплеводства в России и мире // Сурский вестник. 2018. № 3(3). С. 29–36.
12. Басова Н. В., Новиков Э. В., Ущাপовский И. В., Безбабченко А. В. О коноплеводстве и технико-экономический анализ линий для переработки промышленной конопли в однотипное волокно // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2019. № 2(380). С. 58–63.
13. Das L., Liu E. S., Saeed A., Williams D. W., Hu H. Q., Li C. L., Ray A. E., Shi J. Industrial hemp as a potential bioenergy crop in comparison with kenaf, switch-grass and biomass sorghum // Bioresource technology. 2017. No. 244. P. 641–649. DOI: 10.1016/j.biortech.2017.08.008.
14. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAOSTAT). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.fao.org/faostat/> (дата обращения 15.11.2020).

15. Александрова Л. Н., Ефейкин Д. П. Анатомическое строение стебля конопли в зависимости от нормы высева // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2012. № 4 (29). С. 24-26.
16. Ростовцев Р. А., Голубев В. В., Мишуров Н. П., Голубев И. Г., Вахания В. И., Давыдова С. А. Машинно-технологическое оснащение селекции и семеноводства технических культур: научно-аналитический обзор. М: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. 80 с.
17. Ростовцев Р. А., Ущатовский И. В., Голубев И. Г., Мишуров Н. П. Машинно-технологическое обеспечение возделывания и переработки прядильных культур. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. 153 с.
18. Попов Р. А., Перов Г. А. Анализ работы режущего аппарата для бесподпорного среза стеблей технической конопли // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 3. С. 14–21. DOI: 10.18286/1816-4501-2020-3-14-21.
19. Апажев М. Х. Обоснование параметров и режимов работы самоходной жатки для скашивания зеленцовых посевов культурной конопли в валки: Дисс. ... канд. техн. наук. М.: ГНУ ВИМ Россельхозакадемии, 2008. 196 с.
20. Жукова С. В. Исследование новых сортов конопли и разработка технологии получения однотипной пеньки: Дисс. ... канд. техн. наук. Кострома: ФГБОУ ВО «Костромской государственный технологический университет», 2012. 185 с.
21. Иванов С. А., Адамович А. М., Придача Л.А. Исследования урожайности и технологических вариантов уборки индустриальной конопли // Труды международной научно-технической конференции «Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве». М.: ВИЭСХ, 2014. Т. 2. С. 147–151.
22. Вдовенко В. В. Чем убирают зерновые, бобовые и лубоволокнистые культуры // Фермер. Поволжье. 2017. № 7(60). С. 74–80.
23. Попов Р. А. Анализ современных способов и машин для уборки конопли // Материалы 13-й международной научно-практической конференции «Состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса» в рамках 23-й международной агропромышленной выставки «Интерагромаш–2020». Т.1. Ростов-на-Дону: ДГТУ–Принт, 2020. С. 237–242. DOI: 10.23947/interagro.2020.1.237-242.
24. Попов Р. А., Пучков Е.М., Соловьев С.В. Аналитический обзор конструкций машин и технических решений для уборки конопли// Аграрный научный журнал. 2020. № 10. С. 120–125. DOI: 10.28983/asj.y2020i10pp120-125.
25. Давыдова С. А., Попов Р. А., Голубев И. Г. Техническое обеспечение возделывания и уборки безнаркотической конопли // Техника и оборудование для села. 2020. № 8. С. 12–17. DOI: 10.33267/2072-9642-2020-8-12-17.
26. Современная техника как фактор развития технологии сбора технической конопли. Техническая конопля в Украине и других странах. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://tku.org.ua/news/2369> (дата обращения 25.11.2020).
27. Современная технология выращивания конопли технической на семена и волокно. Farming.org. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://farming.org.ua/Технология выращивания конопли технической на семена farming.org.ua.html](https://farming.org.ua/Технология_выращивания_конопли_технической_на_семена_farming.org.ua.html) (дата обращения 15.10.2020).
28. Машин для уборки конопли. Росленконопля. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.rosflaxhemp.ru/fakti-i-cifri/o-konople/agrotehnika-i-selkhoz mashiny.html/id/2460> (дата обращения 21.12.2020).
29. Des technologies affûtées pour la récolte du chanvre. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.hemp-info.ch/info/pt/Des-technologies-affutees-pour-la.html> (дата обращения 29.11.2020).
30. Bednar P. Des technologies affûtées pour la récolte du chanvre // Le chanvre et l'industrie. 2009. P. 1–3.
31. KOKO 1620 Hemp harvester. Hemp harvesting equipment. PBG.GLOBAL. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pbg.global/machines> (дата обращения 02.12.2020).
32. The Multicombine HC 3400. Hemp Business Journal. Strategic information and data for the hemp industry [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.hempbizjournal.com/ behold-the-multicombine-hc-3400-video/> (дата обращения 02.12.2020).
33. Дмитриев С. Ю. Обоснование параметров и режимов работы режущего аппарата новой ротационной косилки для конопли // Сборник научных докладов Международной научно-технической конференции «Инновационное развитие АПК России на базе интеллектуальных машинных технологий». М: ВИМ, 2014. С. 186-189.
34. Дмитриев С. Ю. Оптимальные параметры среза стеблей конопли // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2014. № 4. С. 26–28.
35. Жалнин Э. В. Нужна ли нам конопля? // Сельский механизатор. 2011. № 12. С. 14–15.
36. Испытания на конопле комбайна RSM F 2450. Росленконопля. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.rosflaxhemp.ru/news.html/id/3763> (дата обращения 05.12.2020).
37. Ростсельмаш. Официальный сайт. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://rostselmash.com/> (дата обращения 11.01.2021).

38. Патент РФ № RU 2693728 С1 «Способ уборки льна и многофункциональный агрегат для его осуществления» // Игнатов В. Д., Ростовцев Р. А., Мкртчян С. Р., Голубев С. В., Перов Г. А. 2019. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=40989858> (дата обращения 16.10.2020).
39. Пензмаш. Официальный сайт. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://penzmash.ru/root/1-ozon/> (дата обращения 12.01.2021).
40. Шейченко В. А., Маринченко И. А., Ковалев М. М. Исследование влияния рабочих органов машин на сырье из конопли // Техника и оборудование для села. 2016. № 3. С. 11–13.
41. Лукьяненко П. В. Составляющие рулона конопли из тресты осеннего и весеннего приготовления, полученной после уборки семян зерноуборочным комбайном // Материалы Международной научно-технической конференции «Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве». Т. 2. Минск: РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства», 2011. С. 113–117.
42. Коропченко С. П., Маринченко И. А. Направления в механизации уборки промышленной конопли // Материалы Международной научно-практической конференции «Инновационные разработки для производства льна». Тверь: ФГБНУ ВНИИМЛ, 2015. С. 190–196.
43. Новиков Э. В., Безбабченко А. В., Алтухова И. Н., Пучков Е. М. Технология переработки безнаркотической конопли после зернового комбайна в однотипное и штапелированное волокно // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2017. № 2(368). С. 156–160.

References

1. Pashin E. L., Zhukova S. V., Pashina L. V., Stepanov G. S. Research of morphological and technological properties of stalks of the small hemp new cultivars // Proceedings of higher education institutions. Textile industry technology. 2010. No. 4 (325). P. 21–24.
2. Pashin E. L., Zhukova S. V. Determination of interrelations of hemp properties with the features of its stalks structure // Proceedings of higher education institutions. Textile industry technology. 2012. No. 2(338). P. 31–34.
3. Serkov V. A., Belousov R. O., Alexandrova R. M., Davydova O. K. Competitive variety trial of promising breeding material of industrial hemp // Volga Region Farmland. 2019. No. 2(51). P. 91–100.
4. Serkov V. A., Belousov R. O., Alexandrova R. M., Davydova O. K. Latest directions of common hemp selection for solving modern problems of domestic economy and import substitution // Volga Region Farmland. 2019. No. 3(52). P. 38–47.
5. Smirnov A. A., Serkov V. A., Zelenina O. N. On the general concept of innovation development of hemp production // Achievements of Science and Technology of AIC. 2011. No.12. P. 34–36.
6. Popov R. A. State, problems and opportunities of development of domestic hemp farming // Agrotekhnika i energoobespecheniye. 2019. No. 4(25). P. 42–52.
7. Koroleva E. N., Novikov E. V., Bezbabchenko A. V., Shevaldin D. M. Lines for processing of industrial hemp into the single-type and staple hems // Oil crops. Scientific and technical Bulletin of VNIIMK. 2018. No. 3 (175). P. 85–91.
8. EMISS. State statistics. Acreage and gross yield of agricultural crops in farms of all categories. [Electronic resource]. Access point: <https://www.fedstat.ru/indicator/31328> (reference's date 25.12.2020).
9. Federal State Budgetary Institution “Agency for the Production and Primary Processing of Flax and Hemp”. [Electronic resource]. Access point: <http://agentstvo-len.ru/> (reference's date 20.12.2020).
10. Ministry of Agriculture of the Russian Federation. Official site. [Electronic resource]. Access point: <https://mcx.gov.ru/press-service/regions/v-toser-yuzha-ivanovskoy-oblasti-realizuyut-krupnyy-investitsionnyy-proekt-po-pererabotke-tekhniches/> (reference's date 30.11.2020).
11. Serkov V. A., Alexandrova M. R., Smirnov A. D. The development of hemp in Russia and in the world // Surskiy Vestnik. 2018. No. 3 (3). P. 29–36.
12. Basova N. V., Novikov E. V., Uschapovsky I. V., Bezbabchenko A. V. About production of hemp and techno-economic analysis of lines for processing of industrial hemp in the same type of fiber // Proceedings of higher educational institutions. Textile industry technology. 2019. No. 2(380). P. 58–63.
13. Das L., Liu E. S., Saeed A., Williams D. W., Hu H. Q., Li C. L., Ray A. E., Shi J. Industrial hemp as a potential bioenergy crop in comparison with kenaf, switchgrass and biomass sorghum // Bioresource Technology. 2017. No. 244. P. 641–649. DOI: 10.1016/j.biortech.2017.08.008.
14. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAOSTAT). [Electronic resource]. Access point: <http://www.fao.org/faostat/> (reference's date 15.11.2020).
15. Alexandrova L. N., Efeikin D. P. Anatomical constitution of the caulis of the hemp depending on the seeding rate // Agrarian Science Euro-North-East. 2012. No. 4(29). P. 24–26.
16. Rostovtsev R. A., Golubev V. V., Mishurov N. P., Golubev I. G., Vakhania V. I., Davydova S. A. Machine-technological equipment of breeding and seed production of technical crops: scientific and analytic review. Moscow: FSBSI “Rosinformagrotech”, 2019. 80 p.

17. Rostovtsev R. A., Ushchapovsky I. V., Golubev I. G., Mishurov N. P. Machine-technological support for the cultivation and processing of spinning crops. Moscow: FSBSI "Rosinformagrotech", 2020. 153 p.
18. Popov R. A., Perov G. A. Analysis of the cutting machine operation for free-standing cutting of stems industrial hemp // *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2020. No. 3. P. 14–21. DOI: 10.18286/1816-4501-2020-3-14-21.
19. Apazhev M. Kh. Substantiation of parameters and operating modes of a self-propelled header for mowing green hemp crops into rolls. Diss. ... Cand. Sc. (Tech.). Moscow: SSI VIM of the Russian Agricultural Academy, 2008. 196 p.
20. Zhukova S. V. Research of new varieties of hemp and development of technology for obtaining the same type of hemp. Diss. ... Cand. Sc. (Tech.). Kostroma: Kostroma State Technological University, 2012. 185 p.
21. Ivanov S. A., Adamovichs A. M., Pridacha L. A. Research of productivity and technological options for harvesting industrial hemp // *Proceedings of the international scientific and technical conference "Energy supply and energy saving in agriculture"*. Moscow, VIESH, 2014. Vol. 2. P. 147–151.
22. Vdovenko V. V. How cereals, legumes and bast-fiber crops are harvested // *Fermer. Povolzhye*. 2017. No. 7 (60). P. 74–80.
23. Popov R. A. Analysis of modern methods and machines for hemp harvesting // *Materials of the 13th international scientific-practical conference "State and Prospects for the Development of the Agroindustrial Complex" in the framework of the 23rd international agro-industrial exhibition "Interagromash –2020"*. Rostov-on-Don: DGTU–Print, 2020. Vol. 1. P. 237–242. DOI: 10.23947/interagro. 2020.1.237-242.
24. Popov R. A., Puchkov E. M., Soloviev S. V. Analytical overview of machine designs and technical solutions for hemp harvesting // *The Agrarian Scientific Journal*. 2020. No. 10. P. 120–125. DOI: 10.28983/asj.y2020i10pp120-125
25. Davydova S. A., Popov R. A., Golubev I. G. Technical support of the cultivation and harvesting of drug-free cannabis // *Machinery and Equipment for Rural Area*. 2020. No. 8. P. 12–17. DOI: 10.33267/2072-9642-2020-8-12-17.
26. Modern technology as a factor in the development of technology for collecting industrial hemp. Industrial hemp in Ukraine and other countries. [Electronic resource]. Access point: <http://tku.org.ua/news/2369> (reference's date 25.11.2020).
27. Modern technology of growing technical hemp for seeds and fiber. Farming.org. [Electronic resource]. Access point: [https://farming.org.ua/Technology of growing technical hemp for seeds farming.org.ua.html](https://farming.org.ua/Technology%20of%20growing%20technical%20hemp%20for%20seeds%20and%20fiber.html) (reference's date 15.10. 2020).
28. Machines for harvesting hemp. Roslenkonoplya. [Electronic resource]. Access point: <https://www.rosflaxhemp.ru/fakti-i-cifri/o-konople/agrotehnika-i-selkhoz mashiny.html/id/2460> (reference's date: 21.12.2020).
29. Des technologies affûtées pour la récolte du chanvre. [Electronic resource]. Access point: <http://www.hemp-info.ch/info/pt/Des-technologies-affutees-pour-la.html> (reference's date 29.11.2020).
30. Bednar P. Des technologies affûtées pour la récolte du chanvre // *Le chanvre et l'industrie*. 2009. P. 1–3.
31. KOKO 1620 Hemp harvester. Hemp harvesting equipment. PBG.GLOBAL [Electronic resource]. Access point: <http://pbg.global/machines> (reference's date 02.12.2020).
32. The Multicombine HC 3400. Hemp Business Journal. Strategic information and data for the hemp industry. [Electronic resource]. Access point: <https://www.hempbizjournal.com/ behold-the-multicombine-hc-3400-video/> (reference's date 02.12.2020).
33. Dmitriev S. Yu. Substantiation of the parameters and operating modes of the cutting apparatus of the new rotary mower for hemp // *Collection of scientific reports of the International Scientific and Technical Conference "Innovative development of the Russian agro-industrial complex based on intelligent machine technologies"*. Moscow: VIM, 2014. P. 186–189.
34. Dmitriev S. Yu. Optimum parameters of the hemp stalks cut // *Agricultural Machinery and Technologies*. 2014. No. 4. P. 26–28.
35. Zhalnin E. V. Do we need hemp? // *Selskiy Mechanizator*. 2011. No. 12. P. 14–15.
36. Tests on hemp harvester RSM F 2450. Roslenkonoplya. [Electronic resource]. Access point: <https://www.rosflaxhemp.ru/news.html/id/3763> (reference's date 05.12.2020).
37. Rostselmash. Official site. [Electronic resource]. Access point: <https://rostselmash.com/> (reference's date 11.01.2021).
38. RF patent No RU 2693728 C1 "Method for harvesting flax and a multifunctional unit for its implementation" // Ignatov V. D., Rostovtsev R. A., Mkrchyan S. R., Golubev S. V., Perov G. A. 2019 [Electronic resource]. Access point: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=40989858> (reference's date 16.10.2020).
39. Penzmash. Official site. [Electronic resource]. Access point: <https://penzmash.ru/root/1-ozon/> (reference's date 12.01.2021).
40. Sheychenko V. A., Marinchenko I. A., Kovalev M. M. Influence of operating parts of machines on hemp raw material // *Machinery and Equipment for Rural Area*. 2016. No. 3. P. 11–13.

41. Lukyanenko P. V. Components of a roll of hemp from trusts of autumn and spring preparation, obtained after harvesting seeds with a combine harvester // Materials of the International Scientific and Technical Conference “Scientific and Technical Progress in Agricultural Production”. Minsk: RUE “Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Agricultural Mechanization”, 2011. Vol. 2. P. 113–117.

42. Koropchenko S. P., Marinchenko I. A. Directions in the mechanization of industrial hemp harvesting // Innovative developments for the production of flax. Materials of the International Scientific and Practical Conference. Tver, FSBSI VNIIML, 2015. P. 190–196.

43. Novikov E. V., Bezbabchenko A. V., Altukhova I. N., Puchkov E. M. Technology of processing of hemp after the grain combine in the same and chopped fibre // Proceedings of higher education institutions. Textile industry technology. 2017. No. 2 (368). P. 156–160.

UDC 633.522:631.352.5

Popov R. A.

INNOVATIVE DEVELOPMENTS AND MODERN TECHNICAL MEANS FOR SEEDED HEMP HARVESTING

Summary. *Hemp growing is becoming a promising direction for the development of agriculture in Russia in the coming years due to the tasks of import substitution of cotton for domestic fiber from hemp and flax. The most important technological process in the cultivation of seeded hemp is its harvesting, which requires the use of specialized equipment and equipment due to the peculiarities of the structure of the stem and the significant height of the crops. The purpose of this work is to study the issue of technical equipment of domestic hemp growing and to find modern machines and technical solutions for hemp harvesting. Cannabis sativa L. is cultivated for seeds, fiber, and two-way use. Hence, various technologies are used for its harvesting. In our country, hemp harvesting equipment has not been produced for a long time; classic combines and general-purpose machines are used for harvesting crops. The technique used in hemp growing farms in Russia is considered. Combine harvesters such as PALESSE – GS12, ACROS – 585/595, Don – 1500B, etc., are adapted to collect hemp seeds; the flow of the process and high-quality threshing are ensured. However, an uncut stem with a height of 1.2 meters remains in the field. For harvesting crops for fiber (‘zelenets’), innovative machines have been developed based on domestic forage harvesters Don – 680M and RSMF – 2450 with a set of conversions for hemp. Field tests of prototypes have shown a positive result. Harvesters completely cut the stems, chop them into 50 cm lengths and put them in a swath, but do not comb them from green leaves and inflorescences. Based on the results of the work, a scheme of an innovative universal hemp harvester was proposed for harvesting sowing hemp in all directions of cultivation. Its application will fully mechanize the process of sowing hemp harvesting, collecting seeds and stems and obtaining high-quality hemp raw materials.*

Keywords: *technical hemp Cannabis sativa L., hemp harvesting, combine harvester, headers, mechanization, innovative machines.*

Попов Роман Андреевич, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории агроинженерных технологий ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур»; 170041, Россия, г. Тверь, Комсомольский пр-т 17/56; e-mail: r.popov@fncl.ru.

Popov Roman Andreevich, Cand. Sc. (Tech.), leading researcher of the Laboratory of agroengineering technologies, FSBSI “Federal Research Center of Fibre Crops”; 17/56, Komsomolsky avenue, Tver, 170041, Russia; e-mail: r.popov@fncl.ru.

Дата поступления в редакцию 19.01.2021.

Дата принятия к печати 19.03.2021.