

ОТЗЫВ

официального оппонента кандидата технических наук доцента Василенко Сергея Владимировича на диссертацию Котельникова Антона Владимировича «Разработка и обоснование циклоидальных штанговых рабочих органов для обработки почвы», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства

1. Актуальность исследований

Обработка почвы является очень энергозатратным процессом. С самого начала развития земледелия ручные орудия постепенно улучшались по своим формам для более лёгкой и производительной работы, и это улучшение шло по законам диалектики, когда количество мелких изменений приводило к качественному диалектическому скачку, кардинально улучшая и сам процесс, и конструкцию рабочего органа. Так на смену заострённой палки и копачей пришла мотыга, которая, в свою очередь, уступила сохе, затем плугу, комбинированным агрегатам и т.д. В рецензируемой диссертационной работе исследуется один из таких диалектических скачков в развитии технических средств для обработки почвы, так как предложен принципиально новый подход к возможности уменьшения затрат энергии и усиления эффекта от механической борьбы с сорной растительностью взамен экологически опасной химической борьбы. Такое направление исследований может быть признано актуальным.

2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность

На основании анализа литературных источников автор приводит хронологию совершенствования форм почвообрабатывающих органов от античных времён и до наших дней, как бы доказывая неизбежность наступления нового диалектического скачка, основанного на использовании геометрических свойств известных математических кривых, по которым должны строиться ра-

бочие поверхности инструмента. Из четырёх исследованных кривых автор предпочёл циклоиду из-за того, что под действием силы гравитации или силы сопротивления обрабатываемой среды частицы этой среды скользят по ней с максимально возможной скоростью, а это значит, что они встречают наименьшее сопротивление. Дальнейшие теоретические исследования уже применительно к обработке почвы выявили, что циклоида имеет не только минимальное сопротивление трению, но и удельное сопротивление изгибу почвенного пласта, скользящего по её поверхности, у неё тоже минимально. На основании параметрического уравнения циклоиды с одной стороны и допускаемой аналогии удельного сопротивления почвы смятию с временным сопротивлением почвенного пласта изгибу с другой стороны автор связал рабочее сопротивление циклоидальной стойки с радиусом её кривизны. По теоретическим представлениям оказалось, что использовать надо не всю циклоиду, а только ту её часть, которая сформирована образующей окружностью на участке с углом поворота её радиуса от 60° до 120° . Именно здесь кривизна циклоиды наименьшая по сравнению с логарифмической, радиальной и параболической стойками, а это, согласно теоретическим доказательствам, уменьшает её тяговое сопротивление. Автор придаёт большое значение ориентации циклоидальной стойки в пространстве. Разграничив глубину обработки почвы на три участка, диссертант предлагает определять силу сопротивления на каждом из них отдельно. При этом он ссылается на фундаментальные исследования немецкого учёного Динглингера Е. (1929 г.) по отношению к верхнему участку глубины обработки, где имеет место почвенный скол с расширением зоны рыхления на 25° в обе стороны от направления движения стойки, и академика В.П. Горячкина по отношению к нижнему участку, где работает плоский наральник в виде двугранного клина. Свои исследования диссертант относит к среднему, самому протяжённому участку глубины, где работает циклоидальная стойка. Её ориентация в пространстве должна плавно продолжать двугранное долото с углом наклона к дну борозды 30° . Теоретические доказательства преимущества циклоидальной стойки перед другими формами рабочей

поверхности убедительны, полевые эксперименты поставлены на многих разновидностях почвообрабатывающих орудий, так как стойки рабочих органов весьма распространены. По результатам опытов существенных отклонений от расчётных значений силы сопротивления не обнаружено.

Другая часть исследований относится к новому способу механической борьбы с сорняками при одновременном рыхлении и выравнивании поверхности поля. Новый способ борьбы с сорняками и предпосевной обработки почвы заключается в применении заторможенного пруткового цилиндрического ротора, прутки которого движутся по удлинённой трохойде, рыхлят почву на глубину 7 ... 15 см, полностью выравнивают поверхность поля и извлекают проростки сорняков на дневную поверхность. В диссертации исследуется работа циклоидального рыхлителя-сепаратора, конструкцию которого разработал автор. Это принципиально новое орудие, поэтому обоснования его конструктивных параметров и режима работы выглядят весьма уместными. Прутки рыхлителя выносят сорняки из почвы, когда они находятся в стадии проростков, и рыхлят почву, как это требуется перед посевом, на глубину заделки семян. Конструкция рассчитана так, чтобы обе эти задачи выполнялись за один рабочий проход. В этом разделе своих исследований диссертант предложил математическое обоснование послынного смещения почвы по обе стороны от движущегося прутка или штанги. Опытная проверка теоретических результатов потребовала очень внушительного лабораторного стенда и современной регистрирующей аппаратуры.

Полевые опыты и производственная проверка предлагаемых рабочих органов представлены в диссертации широко и результативно, так как орудия с предлагаемыми рабочими органами испытывались на Центрально-Чернозёмной МИС, они приняты к серийному выпуску на Грязинском культиваторном заводе, на предприятии «Белагромаш» и внедрены в производство в нескольких сельскохозяйственных предприятиях. Имея в виду несомненную полезность своих исследований для сельского хозяйства, автор в отдельной

главе изложил графо-аналитическую методику проектирования циклоидальных стоек и роторно-прутковых рыхлителей-сепараторов.

Технико-экономическая оценка производства и применения почвообрабатывающих орудий с вновь созданными рабочими органами подтверждает целесообразность их промышленного производства и использования в растениеводстве, так как срок окупаемости дополнительных капиталовложений не превышает одного года.

Общие выводы по диссертационной работе носят конкретный характер, отвечают на поставленные задачи исследования, выглядят убедительными и достоверными.

3. Новизна научных положений, выводов и рекомендаций

Оба направления исследований – и разработка роторных прутковых сепарирующих рабочих органов, и обоснование циклоидальной конфигурации рабочей поверхности стоек – являются новыми по способу взаимодействия с почвой и по своему конструктивному исполнению. Рецензируемая работа очень результативна как по научному обоснованию затронутых вопросов, так и в востребованности создаваемых почвообрабатывающих орудий. Это подтверждается четырьмя изобретениями и обилием публикаций, что наблюдается редко среди соискателей учёной степени кандидата наук.

Автор впервые показал, что совершенствоваться должны не только традиционные рабочие органы, но и детали, которые частично выполняют роль крепёжных, но активно контактируют с почвой. В результате обычная стойка культиваторной лапы приобретает оптимальную конфигурацию для энерго-сберегающей обработки почвы.

Заторможенные игольчатые или рубчатые катки известны были и ранее, но они применялись в качестве орудий, комбинирующих два воздействия – прикатывание и боронование одновременно. Но в данной научной работе открыт ещё один полезный эффект – это вынос проростков сорняков на дневную поверхность. Для усиления этого эффекта потребовалось научное обоснова-

ние диаметра сепарирующих прутьев, диаметра ротора, степени его заторможенности, скорости воздействия и других параметров.

Известными являются и штанговые культиваторы. Но такая штанга, вращаясь вокруг своей собственной оси и имея квадратное сечение, идёт в почве на постоянной глубине, подрезает корневую систему у сорняков, после чего они погибают. Новое орудие имеет совершенно другую технологию воздействия. Новизна теоретического исследования способа воздействия пруткового ротора заключается в обосновании скорости движения почвенных частиц в активном слое, возникающем возле прута, в обосновании необходимого минимума неровностей дна борозды, в нахождении функциональной зависимости энергетических показателей от передаточного отношения привода со стороны тормозящего ротора. Новизна исследований заключается также и в методике расчёта циклоидальных стоек и прутковых сепарирующих роторов.

4. Замечания по диссертации

1. В разделе 2.2 «Обоснование диаметра штанги в стойке циклоидального культиватора и прута сепарирующего ротора рыхлителя» (с. 41-44) допущена неоправданная аналогия по направлению абсолютных скоростей движения штанги и прута сепарирующего ротора. Если у штанги эта скорость совпадает со скоростью движения агрегата, то прут, находясь на вращающейся окружности, движется по удлинённой циклоиде, периодически выходит из почвы и за счёт этого выбрасывает сорняки. Штанга в культиваторной стойке из почвы не выходит, она оставляет вырванные сорняки в почве. И хотя разница в условиях сползания сорняка будет незначительная, её следовало оговорить хотя бы в допущениях к теоретическому выводу.

2. В разделе 2.4 «Компоненты энергосбережения и оценка энергозатрат на экологически безопасную обработку почвы» принято допустимое отклонение $\pm \Delta h$ от заданной глубины посева сельскохозяйственных культур ± 1 сантиметр (с. 53), но это не соответствует агротребованиям при посеве сахарной свёклы, где отклонения допускаются $\pm 0,5$ см. Уменьшить высоту остаточных

гребешков в почве можно увеличением числа прутьев на роторе, но этого расчёта в диссертации нет.

3. Раздел 2.5.2 «Обработка нижнего участка пласта плоским клином наральника циклоидальной стойки» (с. 57) перегружен общеизвестными сведениями из учебной литературы.

4. В разделе 3 «Методика экспериментальных исследований» (с. 83) приводятся таблицы изменений температуры воздуха в течение года, но эти данные нигде не использованы.

5. В разделе 4.6 «Компоненты энергосбережения циклоидальными рабочими органами по экологически безопасной обработке почвы» (с. 115) уменьшение затрат мощности для сепарирующего ротора объясняется тем, что он заторможен. Но заторможенный ротор производит работу, а свободный ротор работу не производит, энергии расходует меньше, поэтому объяснения автора неубедительны. Надо было добавить, что затраты энергии сравниваются с полностью заторможенным ротором, но тогда это не ротор.

6. В разделе 4.7 «Тяговое сопротивление стоек глубокорыхлителя-щелереза ГЩ-4П на раме серийного плуга ПН-4-35» (с. 116-118) пересчёт силы сопротивления стойки при различных глубинах обработки не может быть точным, так как предполагается везде среднее значение удельного сопротивления почвы, но твёрдость почвы и её удельное сопротивление на больших глубинах существенно увеличиваются.

5. Заключение о соответствии диссертации требованиям Положения.

Диссертация А. В. Котельникова соответствует пунктам 9 и 10 «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого Правительством РФ 24.09.2013 Постановлением № 842, так как она является научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения и разработки, имеющие существенное значение для развития страны. Диссертация обладает внутренним един-

ством и содержит сведения о практическом использовании полученных автором научных результатов по улучшению обработки почвы.

Материал диссертации достаточно полно отражен в 14 опубликованных работах, в том числе в четырёх патентах на изобретение и двух монографиях. Автореферат соответствует содержанию диссертации.

На основании вышеизложенного считаю, что автор диссертации Котельников Антон Владимирович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства.

Официальный оппонент кандидат технических наук
доцент кафедры прикладной механики Воронежского государственного
аграрного университета имени императора Петра I

Василенко Сергей Владимирович,

394087 Воронеж, ул. Морозова, дом 10, кв. 53.

Тел.8 (473) 2-53-80-41; 89102474051.

E-mail: tuli-fruli@mail.ru

