

УДК 631.348.45

НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЛЕВЫХ ШТАНГОВЫХ ОПРЫСКИВАТЕЛЕЙ

И.С. Крук,

проректор по научной работе – директор НИИМЭСХ БГАТУ, канд. техн. наук, доцент

О.В. Гордеенко,

зав. каф. сельскохозяйственных машин БГСХА, канд. техн. наук, доцент

С.К. Карпович,

начальник Главного управления технического прогресса и энергетики, государственного надзора за техническим состоянием машин и оборудования Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, канд. экон. наук, доцент

С.В. Сорока,

гл. науч. сотруд. РУП «Институт защиты растений», докт. с.-х. наук, профессор

А.Е. Маркевич,

гл. инженер ООО «Ремком», канд. техн. наук, доцент

Широкое применение химических средств защиты растений при несовершенстве технологий и технических средств внесения, несоблюдении агротехнических и технологических требований приводят к перерасходу дорогостоящих препаратов и негативному воздействию на экологию и окружающую среду. В статье определены основные направления эффективного использования штанговых опрыскивателей, основанные на увеличении их производительности и повышении качества выполнения технологических операций. Обоснована необходимость создания специализированных центров для проведения периодического технического осмотра опрыскивателей и выдачи разрешения на их эксплуатацию.

Ключевые слова: штанговые опрыскиватели, химическая защита растений, качество, эффективность, производительность, техническое состояние.

Wide use of chemical means of plant protection with imperfect technologies and technical means of application, violation of agrotechnical and technological requirements lead to overuse of expensive chemicals and negative impact on the environment. The main directions of effective use of boom sprayers based on increasing their productivity and improving the quality of technological operations are defined in the article. The necessity of creating specialized centers for periodic technical inspection of sprayers and issuing permits for their operation has been substantiated.

Key words: boom sprayers, chemical plant protection, quality, efficiency, productivity, technical condition.

Введение

В настоящее время все большее внимание уделяется вопросам экологии и охраны окружающей среды, производству экологически чистой продукции. Однако в большинстве случаев признается обоснованность применения интегрированных систем защиты растений от вредителей, болезней и сорняков, которые позволяют существенно повысить результативность возделывания сельскохозяйственных культур и улучшить экономические показатели производства растениеводческой продукции.

Потенциальные потери урожая сельскохозяйственной продукции от вредителей, болезней и сорняков при отсутствии эффективной защиты составляют

25-40 %, а по некоторым культурам – 90 % [1, 2, 3]. По результатам многолетних исследований, полученных в РУП «Институт защиты растений» (ИЗР), своевременное проведение защитных мероприятий обеспечивает сохранение от 5 до 12 ц/га урожая зерна, 50-180 ц/га картофеля, корнеплодов, плодов и овощей, 2,5 ц/га льноволокна при окупаемости затрат в 1,5-2,0 и более раз [4, 5]. В 2000-2005 годах применение средств защиты растений позволило ежегодно сохранить до 878,3 тыс. тонн зерна, 257,5 тыс. тонн картофеля, 471,7 тыс. тонн сахарной свеклы и 13,3 тыс. тонн льноволокна. При этом уровень защитных мероприятий колебался от 118,2 % на зерновых культурах до 205,5 % – на картофеле [5]. Увеличение объемов применения глифосатсодержащих

гербицидов только в 2005-2007 годах позволило снизить общую засоренность пашни многолетними сорняками с 90 % до 65 %, а пыреем ползучим – до 55 %.

В сельскохозяйственном производстве республики ежегодно применяется более 500 наименований средств защиты растений. В 2020 году было использовано около 11,2 тыс. тонн пестицидов на сумму 252,2 млн долл. США, в том числе 8,0 тыс. тонн гербицидов, 0,4 тыс. тонн инсектицидов, 1,3 тыс. тонн фунгицидов, что составляет почти 86 % в денежном эквиваленте [4]. При этом величина потерь пестицидов при использовании различных технологий внесения средств защиты растений может достигать 15...50 % [6].

Рациональное и экологически безопасное применение средств химизации в растениеводстве состоит в соблюдении научно обоснованных регламентов выполнения работ, содержащих комплекс технологических, технико-экономических, качественных и других требований. Это в первую очередь обеспечивается соблюдением заданных доз и требуемой равномерности распределения средств химизации и полным исключением потерь, что позволяет получить экономический эффект не только от количества полученного высокого урожая, но и от сэкономленных дорогостоящих препаратов. Поэтому процесс опрыскивания следует рассматривать в комплексном подходе, не уделяя внимания только отдельным узким направлениям [7].

Вопросы эффективного использования средств механизации для внесения рабочих растворов пестицидов и усовершенствования их конструкций отражены в работах Бумажкина В.А., Вартукаптейниса К.Э., Виковича И.А., Дмитрачкова В.П., Клочкова А.В., Кот Т.П., Краховецкого Н.Н., Кузнецова В.В., Ладутько С.Н., Ловкиса З.В., Нагорского И.С., Никитина Н.В., Новицкого П.М., Озолса Я.Г., Петровца В.Р., Прокопенко С.Ф., Ревякина Е.Л., Спиридонова Ю.Я., Степука Л.Я., Ченцова В.В., Шестакова В.Г. и других.

Цель данной работы заключается в обосновании направлений повышения эффективности штанговых опрыскивателей при химической защите растений.

Основная часть

Эффективность применения средств химизации определяется агротехническими сроками, способами и качеством их внесения, техническим состоянием агрегата, корректной работой его узлов и механизмов, грамотной настройкой и эксплуатацией, метеорологическими условиями и состоянием окружающей среды, в которых проводится технологическая операция, и другими [3; 6]. Влажность и температура воздуха, продолжительность дня, интервал между обработками и осадками, наличие ветра в период обработки также оказывают существенное влияние на эффективность применения средств защиты растений.

В период с недостаточным увлажнением эффективность пестицидов резко снижается. Например, при относительной влажности воздуха 40 % проникае-

мость эпидермиса гербицидов уменьшается в три раза в сравнении с влажностью воздуха 80 % [8]. При этом низкая влажность и высокая температура окружающего воздуха приводят к большим потерям рабочего раствора гербицидов при опрыскивании вследствие испарения капель и кристаллизации препарата при осаждении на обрабатываемую поверхность. Расчетная величина потерь капель размером 120 мкм от испарения при опрыскивании штанговыми опрыскивателями составляет 4 % [6].

Так как борьба с вредителями, сорняками и болезнями может быть успешной при условии внесения препарата в самой чувствительной стадии их развития, то срок проведения технологических операций является одним из самых важных факторов опрыскивания. Своевременное и качественное внесение средств химической защиты растений позволяет сократить потери и сохранить 30-50 % выращенного урожая, а также рационально использовать финансовые средства [8]. Несоблюдение сроков внесения гербицидов приводит к снижению уровня чувствительности сорных растений к препарату, увеличению выноса питательных веществ из почвы, а инсектицидов и фунгицидов – к повышению урона, нанесенного, соответственно, вредителями и болезнями. Из результатов исследований, полученных ИЗР, следует, что в зависимости от видового состава двудольных сорных растений при внесении гербицидов в фазе развития двух листьев уровень их поражения составляет 73,1...92,7 %, а в фазе развития восьми листьев – он снижается до 22,3...33,1 % (табл. 1).

Таблица 1. Фазовая чувствительность двудольных видов сорняков к действию гербицида Бетанал эксперт ОФ

Вид сорного растения	Фаза развития сорного растения				
	семя-доли	2 листа	4 листа	6 листьев	8 листьев
Марь белая	99,4	92,1	75,3	47,8	30,1
Щирица запрокинутая	99,7	93,2	77,7	54,0	33,0
Горец шероховатый	97,9	84,6	71,9	50,2	27,3
Горец вьюнковый	97,2	85,1	66,5	46,4	22,9
Подмаренник цепкий	96,4	70,5	53,4	30,1	21,5

Неблагоприятные погодные условия создают проблемы при проведении опрыскивания и могут повлечь снижение качества обработок и неэффективное использование пестицидов. Среди них можно выделить основные метеорологические факторы, которые резко снижают качество выполнения опрыскивания и увеличивают сроки проведения технологических операций: скорость ветра более 4 м/с; ожидание (интервал между обработкой и выпадением осадков не менее 2-х часов) и выпадение обильных осадков (продолжительность дождя более 2-х часов в сутки или количество выпавших осадков более 5 мм); повышение температуры воздуха выше 20 °С. С целью экологической безопасности и соблюдения качества внесения рабочих растворов пестицидов рекомендуемое время проведения опрыскивания утром – с 6 до

10 часов, вечером – с 19 до 21. С учетом наличия ветра со скоростью более 4 м/с, дневного времени с температурой воздуха более 20 °С и периода выпадения осадков, продолжительность времени, благоприятного для работы штанговых опрыскивателей, составляет 353-371 часов: май – 154, июнь – 131, июль – 68-86 часов [3; 6; 9].

Следовательно, время проведения технологических операций защиты растений в допустимые агротехнические сроки определяется наличием в хозяйствах любой формы собственности необходимого количества средств механизации, уровнем их технического состояния.

Соблюдение сроков обработок можно осуществить применением высокопроизводительных опрыскивателей, позволяющих качественно выполнять технологические операции внесения рабочих растворов пестицидов в неблагоприятных погодных условиях (при скоростях ветра до 7 м/с): с системой принудительного осаждения капель направленной воздушной струей, с электрической зарядкой рабочей жидкости, с инжекторными распылителями, с ветрозащитными устройствами факела распыла [3; 10, 11].

По данным Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, обеспеченность сельскохозяйственных предприятий республики опрыскивателями в последние годы изменялась от 75,6 до 100,6 % (табл. 2). При этом даже в ее пиковые значения, приходящиеся на 2009-2010 годы, при объемах проведения защитных мероприятий в течение вегетационного сезона на площади около 6870-10148 тыс. га нагрузка на один опрыскиватель составляла 1,30-1,93 тыс. га при рекомендуемой в вегетационный период – 1,0-1,1 тыс. га (в Германии в 2010 году на 12 млн га пашни насчитывалось 30 тыс. опрыскивателей, то есть на один опрыскиватель приходилось 400 га [4]). Кроме того, в сезон массового проведения полевых защитных работ нагрузка на средства механизации с учетом многократности обработок увеличивается в несколько раз [12]. На начало 2011 года 26 % (1213 шт.) имеющихся в сельскохозяйственных предприятиях республики опрыскивателей эксплуатировались более 10 лет. При использовании устаревшей техники потери вследствие неравномерности распределения препарата составляют до 15 %. При этом на объемах закупки в 40 млн долл. США только за счет использования новых

машин можно сэкономить 4-6 млн долл. США, а при закупке на 80,0-107,2 млн долл. США – 8-16 млн долл. США при возможном значительном улучшении экономической и экологической ситуации. Для своевременного и качественного проведения полевых работ по химической защите растений в республике требуется 6,5-6,6 тыс. опрыскивателей, что обеспечится ежегодной поставкой 1000 единиц в течение 5 лет [13].

Следует отметить, что политикой технического перевооружения сельскохозяйственных предприятий предусматривается разработка и поставка высокопроизводительной техники, обеспечивающей качественное выполнение обработок в различных погодных условиях. Известно, что производительность штанговых опрыскивателей Q (га/ч) определяется рабочей скоростью движения агрегата v_p (км/ч), рабочей шириной захвата штанги B_p (м), коэффициентом использования времени смены τ

$$Q = 0,1v_p B_p \tau. \quad (1)$$

При этом повышение производительности агрегата можно достичь увеличением показателей, входящих в данную формулу.

Увеличение рабочей ширины захвата опрыскивателя осуществляется изменением длины штанг, конструкции которых подразделяются на легкие и усиленные (рис. 1) [14, 15]. Легкие штанги представляют собой простую конструкцию и имеют небольшую ширину захвата – от 5 до 12 м, массу – от 28 до 100 кг. Приведенная материалоемкость на 1 м ее конструктивной длины составляет 5,40...8,75 кг/м. Усиленные штанги представляют собой пространственную конструкцию значительной массы (масса штанги с шириной захвата 22,5 м может достигать до 750 кг [15]).

С увеличением ширины захвата опрыскивателя осуществляется переход выполнения несущих конструкций штанг по схеме «легкая штанга» → «плоская ферма» [15].

Ширина захвата усиленных плоских штанг, выполненных по типу «плоская ферма», колеблется от 9 до 37 м. Их масса составляет 50...750 кг, а приведенная материалоемкость – 5,5...27,5 кг/м [14]. При увеличении длины данного типа штанги свыше 21 м ухудшается качество опрыскивания из-за существенных ее колебаний. Поэтому для данных условий используют несущую конструкцию усиленных про-

Таблица 2. Наличие и обеспеченность опрыскивателями сельскохозяйственных предприятий

Показатель	Год							
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Количество опрыскивателей, шт.	4652	4819	4910	5019	5272	5274	5034	4912
Обеспеченность, %	88,7	91,9	93,6	95,7	100,5	100,6	96,0	93,7

Показатель	Год							
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Количество опрыскивателей, шт.	4647	4361	4311	4147	4069	3986	3964	4006
Обеспеченность, %	88,6	83,1	82,2	79,1	77,6	76,0	75,6	76,4

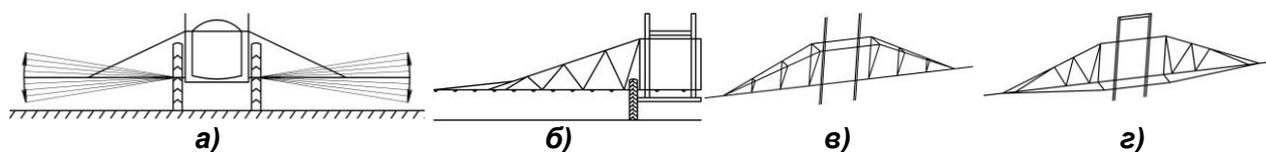


Рисунок 1. Схемы штанг: а – легкая; б – простая ферма; в, г – пространственная ферма

пространственных штанг, выполненных по типу «пространственная ферма», ширина захвата которых колеблется от 18 до 36 м. Их масса достигает 1000-1500 кг, а материалоемкость составляет 35...47 кг/м [14].

Рабочая ширина захвата современных навесных опрыскивателей достигает 24 м, прицепных (полунавесных) – 36, самоходных – 54 м. Использование опрыскивателей с шириной захвата штанги 18-24 м позволяет, при прочих равных условиях, увеличить производительность в сравнении с шириной захвата 12-18 на 33-50 % [6; 16]. Следует отметить, что увеличение ширины захвата влечет за собой усложнение навесной конструкции, использование различных подвесок штанг и систем гашения колебаний, что в конечном итоге сказывается на стоимости опрыскивателя. Жесткое крепление штанги или ее составных частей к несущей раме опрыскивателя оправдано только при ширине захвата до 15 м и рабочих скоростях до 6...7 км/ч [14, 15, 16]. В работе [17] на основе анализа комплексных затрат на внесение рабочих растворов методом опрыскивания сделан вывод, что с увеличением ширины захвата штанги сроки обработки сокращаются вследствие роста производительности. Оптимальной шириной захвата опрыскивателя является штанга длиной 21 метр.

Для повышения производительности используют опрыскиватели с увеличенным объемом основной емкости, что позволяет сократить время на транспортировку и заправку. Для навесных опрыскивателей объем основной емкости достигает 1500 литров, прицепных (полунавесных) – 5500 литров, самоходных 5000 литров [6]. При этом создаются дополнительные проблемы, связанные с увеличением давления на почву и устойчивостью агрегата. Допустимая масса опрыскивателя с заправленными емкостями, навешиваемого на заднюю навеску трактора, может составлять для БЕЛАРУС 1221 – 3114 кг, для БЕЛАРУС 800-950 – 2174 кг [6]. Навесные опрыскиватели отличаются маневренностью и более низкой стоимостью, что положительно сказывается на показателях экономической эффективности выполнения технологических операций на малоконтурных полях. Самоходные опрыскиватели с большой заправочной емкостью и широкой захватной штангой способны обеспечить наивысшую производительность на полях с большой длиной гона. С учетом рабочей скорости движения они имеют показатели, по производительности сравнимые с авиационной техникой, при значительно высоком качестве использования рабочих растворов и себестоимости выполнения работ. За счет этого обеспечивается выполне-

ние работ в оптимальные агротехнические сроки, создаются предпосылки для эффективной борьбы с вредителями, болезнями, сорняками и более полного сохранения урожая. Современные прицепные опрыскиватели сохраняют достоинства самоходных машин по объему заправляемой жидкости и ширине захвата. В то же время прицепные и навесные машины позволяют более рационально использовать энергетические средства в межсезонный период.

Необходимое количество полевых штанговых опрыскивателей и их типов для сельскохозяйственного предприятия с учетом площади посевов (S , га) и наличия свободных тракторов ($K_{тр}$, шт.) можно определить по графической зависимости (рис. 2).

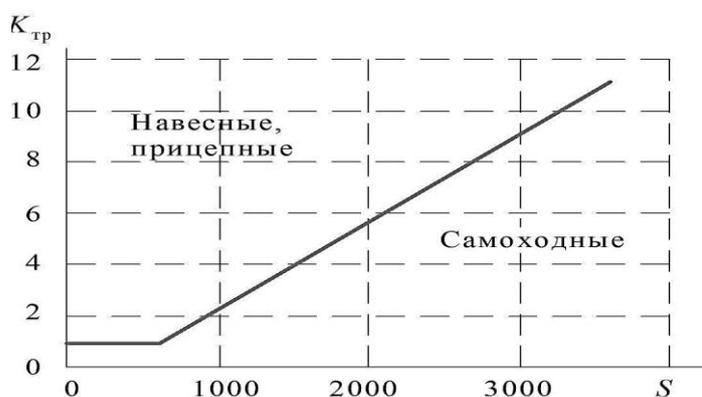


Рисунок 2. Графическая зависимость для определения потребности сельскохозяйственного предприятия в штанговых опрыскивателях [10]

Если точка пересечения показателей лежит выше линии обеспеченности графика, значит выполнение работ по химической защите растений в установленные сроки обеспечат навесные или прицепные опрыскиватели, если ниже – имеется необходимость в приобретении самоходного.

Решением проблемы рационального использования опрыскивателей является не увеличение основной емкости, а эффективное использование рабочих растворов, позволяющее при условии высокого качества покрытия обрабатываемых поверхностей каплями пестицида снизить удельный их расход до 80-150 л/га. Неравномерность распределения рабочей жидкости вдоль штанги опрыскивателя характеризуется коэффициентом вариации. На каждый процент неравномерности распределения рабочей жидкости приходится 0,4 % (по объему) его непроизводительного использования, то есть если опрыскиватель распределяет рабочую жидкость с коэффициентом вариации 20 %, то около 8 % раствора пестицида теряется [3; 6; 16; 20]. Если избежать указанных потерь, можно зна-

чительно снизить дозировку пестицида на единицу площади. На рисунке 3 представлена зависимость эффективности применения пестицидов от неравномерности их внесения, полученная по результатам исследований ученых Шведского университета сельскохозяйственных наук (г. Упсала) [3; 6].

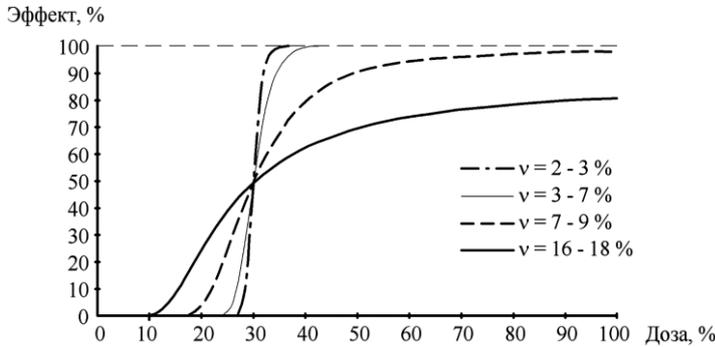


Рисунок 3. Графические зависимости эффективности применения пестицидов при различной неравномерности их распределения

Анализ графиков показывает, что при коэффициенте вариации менее 7 % достигается 100 %-я эффективность при снижении дозы внесения более чем в 2 раза. В случае высокой неравномерности (более 16 %) невозможно достичь приемлемой эффективности даже при полной дозе применения препарата. Приведенные данные позволяют рассматривать неравномерность распределения как один из важнейших показателей качества опрыскивания. В результате проведенных исследований малообъемного опрыскивания при обработке полевых культур штанговыми опрыскивателями установлено, что внесение 60-135 л/га рабочей жидкости против общепринятых 400-600 л/га позволяет на 50-100 % повысить производительность агрегатов и в 3-5 раз уменьшить затраты на доставку жидкости [18].

Увеличение рабочей скорости движения может осуществляться до наибольшей, предельно разрешенной агротехническими требованиями к выполнению данной операции ($v_{p \max} = 12$ км/ч). Данное значение обусловлено способностью всех систем и узлов опрыскивателя обеспечить требуемое качество выполнения технологического процесса в заданных условиях работы. В работе [19] приведены результаты исследований влияния увеличения рабочей скорости опрыскивателя на величину составляющих баланса времени смены. Отмечено, что повышение рабочей скорости приводит к снижению рабочего времени в балансе времени смены, в связи с увеличением времени на заправку агрегата. При этом приращение рабочей скорости на одну единицу позволяет увеличить производительность агрегата, при прочих равных условиях, на все меньшую величину. Так, при возрастании теоретической рабочей скорости движения опрыскивателя от 10...15 до 40...50 км/ч затраты времени на заправку рабочим раствором пестицидов возрастают в 2,0...2,5 раза, а рабочее время сокращается в 1,5...1,7 раза. Коэффициент использования времени цикла самоходного агрегата снижается на

20...50 % в сравнении с использованием прицепного. В результате сделан вывод о необходимости сокращения времени заливок, влияющего на величину коэффициента использования времени смены. В данной работе не учтен тот факт, что при работе на повышенных скоростях капли рабочего раствора пестицида подвергаются дополнительному воздействию набегающего потока воздуха, создаваемого движущимся агрегатом. Так, при скорости 8 км/ч на капли действует воздушный поток скоростью 2 м/с, а при скорости 30 км/ч – 8 м/с [3; 9; 16; 20]. Кроме того, при скорости более 25 км/ч обработку производить физически невозможно [21]. Около машины создается зона пониженного давления, и капли затягиваются под нее потоками воздуха. Также следует учитывать, что норма внесения должна быть согласована с рабочей скоростью опрыскивателя и давлением в системе. Увеличение скорости движения, как правило, приводит к снижению фактической нормы внесения, а давление напрямую связано с размерными характеристиками капель факела распыла рабочей жидкости. Значит, при исследованиях следует учитывать тот факт, что качество выполнения технологического процесса при увеличении рабочей скорости снижается.

Поэтому важным элементом при обосновании конструкции полевых штанговых опрыскивателей является комплексное взаимосвязанное обоснование их технологических параметров: объема основной емкости (V , л), рабочей ширины захвата (B_p), рабочей скорости (v_p). Коэффициент использования времени смены τ учитывает время эффективной работы агрегата и определяется по формуле [22]

$$\tau = \frac{T_p}{T}, \quad (2)$$

где T_p – чистое рабочее время, ч;

T – нормативное время смены, ч.

Время смены при техническом нормировании определяется по формуле [22]

$$T = T_p + t_x + t_1 + t_2 + t_5 + t_6, \quad (3)$$

где t_x – время на холостые повороты и заезды при работе на загоне, ч;

t_1 – время остановок агрегата на технологическое обслуживание, ч;

t_2 – время на техническое обслуживание агрегата в поле, ч;

t_5 – время на отдых и личные надобности механизатора, ч;

t_6 – подготовительно-заключительное время, ч.

Чистое рабочее время определяется по формуле

$$T_p = \frac{l_{\text{ост}} \cdot n_{\text{ц}}}{10^3 \cdot v_p}, \quad (4)$$

где $l_{\text{ост}}$ – путь между технологическими остановками, м,

$n_{\text{ц}}$ – количество циклов работы агрегата за смену.

Путь между двумя технологическими остановками равен

$$l_{\text{ост}} = \frac{10^4 \cdot V \cdot \lambda \cdot \gamma}{B_p \cdot h}, \quad (5)$$

где λ – коэффициент использования технологической емкости;

γ – плотность рабочего раствора, т/м³;

h – норма внесения рабочего раствора, т/га.

Количество циклов определяется по формуле

$$n_{\text{ц}} = \frac{T - t_2 - t_5 - t_6}{t_{\text{ц}}}, \quad (6)$$

где $t_{\text{ц}}$ – время цикла (между двумя технологическими обслуживаниями), ч,

$$t_{\text{ц}} = \left(\frac{10^{-3} \cdot l_{\text{ост}}}{v_p \cdot \phi} + t_{01} \right), \quad (7)$$

где ϕ – коэффициент рабочих ходов;

t_{01} – время одной остановки на технологическое обслуживание, ч,

$$t_{01} = \frac{1}{60} \left(\frac{V}{10^{-3} \cdot Q_H} + t_0 \right), \quad (8)$$

где Q_H – производительность насоса при заправке, л/мин;

t_0 – время на подготовку агрегата к заправке и к продолжению работы, мин.

Время остановок агрегата на технологическое обслуживание за смену

$$t_1 = t_{01} n_{\text{ц}}. \quad (9)$$

В общем случае формулу для определения коэффициента использования времени смены при работе штанговых опрыскивателей можно записать в следующем виде:

$$\tau = 10 \cdot V \cdot \lambda \cdot \gamma \cdot (T - t_2 - t_5 - t_6) \times \left[v_p \cdot B_p \cdot h \cdot \left(\frac{10^{-3} \cdot l_{\text{ост}}}{v_p \cdot \phi} + \frac{1}{60} \left(\frac{V}{10^{-3} \cdot Q_H} + t_0 \right) \right) T \right]^{-1}. \quad (10)$$

Анализ данной формулы показывает, что теоретически увеличить величину коэффициента использования времени смены можно за счет рациональных значений параметров, входящих в формулу: объем основной технологической емкости, коэффициент рабочих ходов, рабочей скорости и ширины захвата агрегата, нормы внесения рабочего раствора и др. Время на холостые повороты зависит от кинематической длины агрегата, скорости его движения и количества поворотов за смену на данной площади поля. В зависимости от условий работы (конфигурация и уклон поля, длина гона) и типа агрегата (навесной, прицепной, самоходный) имеются различные способы его

движения, параметры которых влияют на значение коэффициента рабочих ходов ϕ . При этом наблюдается парадоксальная ситуация: увеличение рабочей скорости и ширины захвата опрыскивателя прямым образом влияют на возрастание его производительности и косвенным – на ее снижение, возникающее вследствие уменьшения коэффициента использования времени смены, вызванное возрастанием затрат времени на технологические остановки, связанные с заправкой.

При выборе типа штангового опрыскивателя и рациональной величины основной емкости следует также учитывать реальные размеры обрабатываемых полей. Известно, что при увеличении длины гона производственные затраты на выполнение технологических операций снижаются [23]. Для Беларуси характерны следующие размеры полей: до 3 га – 15% полей; 3-10 га – 15% полей; 11-25 га – 45% полей [6]. Средняя длина гона полей в республике составляет 505 метров: в Брестской области – 562; Витебской – 377; Гомельской – 583; Гродненской – 472; Минской – 532; Могилевской – 533 метров [24].

Эффективность химической защиты растений может быть сведена к минимуму или быть достаточной при больших производственных и материальных затратах и повышенном воздействии на окружающую среду [25], вследствие использования технически неисправных или неотрегулированных технических средств. Поэтому важным элементом обеспечения качества выполнения технологических операций внесения средств защиты растений является оценка технического состояния используемых машин. Штанговые опрыскиватели должны подвергаться диагностике, профессиональным настройкам и регулировкам с использованием необходимой материально-технической базы [12; 20]. В некоторых странах Западной Европы каждая машина, используемая для внесения химических средств защиты растений, должна периодически проходить проверку и получать допуск на ее эксплуатацию.

Для решения данных задач в республике целесообразно на базе отделений РО «Белагросервис» и предприятий сельскохозяйственного машиностроения – изготовителей опрыскивателей создать специализированные центры для диагностики и оценки технического состояния опрыскивателей, проведения необходимого их технического обслуживания и ремонта с выдачей документа, дающего право на использование машины для выполнения технологических операций внесения средств химизации в растениеводстве.

На основе результатов многолетних исследований в учреждении образования «Белорусский государственный аграрный технический университет» при участии Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, Государственного учреждения «Белорусская машиноиспытательная станция», Республиканского научного дочернего унитарного предприятия «Институт защиты растений», Республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», учреждения образования «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», ООО «Ремком», ООО

«СелАгро», ОАО «Мекосан» была разработана методика оценки технического состояния полевых штанговых опрыскивателей и технологических требований к ним [18], содержащая последовательность проведения операций диагностики штанговых опрыскивателей и перечень используемого оборудования. На ее основе разработан проект Технического кодекса установившейся практики «Техника. Сельскохозяйственные опрыскиватели. Основные положения и технологический процесс оценки технического состояния». Согласно данному кодексу, процесс оценки технического состояния опрыскивателей можно условно разделить на две стадии: оценка состояния узлов без заправки и с заправкой основной емкости рабочей жидкостью (водой). Первая стадия может проводиться на ровной площадке, как правило, под открытым небом, вторая – на ровной площадке под открытым небом при идеальных погодных условиях или в закрытом помещении для исключения влияния на результаты оценки факторов окружающей среды. Структурная схема процесса оценки технического состояния полевых штанговых опрыскивателей, отражающая состав и последовательность проведения технологических операций, представлена на рисунке 4. Завершающими стадиями являются обработка результатов проверки технического состояния полевых штанговых опрыскивателей и составление протокола оценки технического состояния.

Заключение

В статье определены направления повышения эффективности использования полевых штанговых опрыскивателей, связанные с соблюдением агротехнических сроков выполнения работ, повышением качества выполнения технологических операций при снижении потерь и нормы внесения рабочих растворов. Обоснована необходимость проведения комплексных исследований и анализа по определению степени влияния отдельно взятого фактора на эффективность работы штангового опрыскивателя.

Создание специализированных центров диагностики, технического обслуживания и ремонта опрыскивателей позволит повысить эффективность проводимых технологических операций вследствие допуска к выполнению технологических операций технически исправных сельскохозяйственных машин. Для комплексного и качественного выполнения работ по оценке технического состояния штанговых опрыскивателей разработана соответствующая методика оценки их технического состояния и технологический процесс проведения диагностических операций.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Подкопаев, В.Н. Повышение качества и сокращение потерь зерна / В.Н. Подкопаев. – М: Хлебпродинформ, 2002. – 192 с.
2. Чеботарев, В.П. Механико-технологические основы совершенствования комплексов машин для послеуборочной обработки зерна: дисс. ... д-ра техн.

наук: 05.20.01 / В.П. Чеботарев. – Минск: БГАТУ, 2015. – 554 с.

3. Крук, И.С. Способы и технические средства защиты факела распыла от прямого воздействия ветра в конструкциях полевых опрыскивателей / И.С. Крук, Т.П. Кот, О.В. Гордеенко. – Минск: БГАТУ, 2015 – 284 с.

4. Сорока, С.В. Перспективы повышения эффективности защиты растений в Республике Беларусь на 2021-2030 гг. / С.В. Сорока, Е.А. Якимович // Защита растений в условиях перехода к точному земледелию: материалы междунар. научн. конф., аг. Прилуки, 27-29 июля 2021 г. / Нац. акад. наук Беларуси, Научн.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Институт защиты растений. – Минск: Колорград, 2021. – С. 7-20.

5. Государственная программа «Химические средства защиты растений на 2008-2013 гг.: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 13 июня 2008 г., № 858 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2008.

6. Клочков, А.В. Механизация химической защиты растений: монография / А.В. Клочков, А.Е. Маркевич. – Горки: БГСХА, 2008. – 228 с.

7. Lechler. Теория и практика опрыскивания / И.А. Редкозубов [и др.]. – Lechler, 2010. – 19 с.

8. Якимович, Е.А. Влияние погодных условий на эффективность пестицидов / Е.А. Якимович [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mshp.gov.by/information/materials/zem/plantprotection/adfd6c9576801f5c.html>. – Дата доступа: 10.10.2021.

9. Гордеенко, О.В. Повышение эффективности ухода за посевами овощных культур на гребнях совершенствованием оборудования для точечного внесения гербицидов: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / О.В. Гордеенко. – Горки, 2004. – 169 с.

10. Клочков, А.В. Снижение потерь пестицидов при опрыскивании: монография / А.В. Клочков, П.М. Новицкий, А.Е. Маркевич. – Горки: БГСХА, 2017. – 230 с.

11. Направления повышения качества внесения пестицидов в ветреную погоду / И.С. Крук [и др.] // Вес. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. аграр. наук. – 2022. – Т. 60. – № 3. – С. 320-331.

12. Степук, Л.Я. Механизация, экологизация и экономика сферы химизации земледелия Беларуси: проблемы и пути решения / Л.Я. Степук, В.Р. Петровец // Вестник БГСХА, 2020. – № 2. – С.198-204.

13. Сорока, С.В. Состояние и пути повышения эффективности защиты растений в 2005–2010 гг. / С.В. Сорока // Интегрированные системы защиты сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков: рекомендации / Национальная академия наук Беларуси; Респуб. научн. унит. предприятие «Инст-т защиты растений» НАН Беларуси. – С. 10-18.

14. Ченцов, В.В. Сельскохозяйственные машины (основные тенденции развития тракторных опрыскивателей) / В.В. Ченцов. – М.: ЦНИИТЭИ Тракторное и с.-х. машиностроение, 1984. – Вып. 12. – 58 с.

15. Вікович, І.А. Конструкції і динаміка штангових обприскувачів: монографія / І.А. Вікович. – Львів: Видавн. Нац. універс. «Львівська політехніка», 2003. – 460 с.

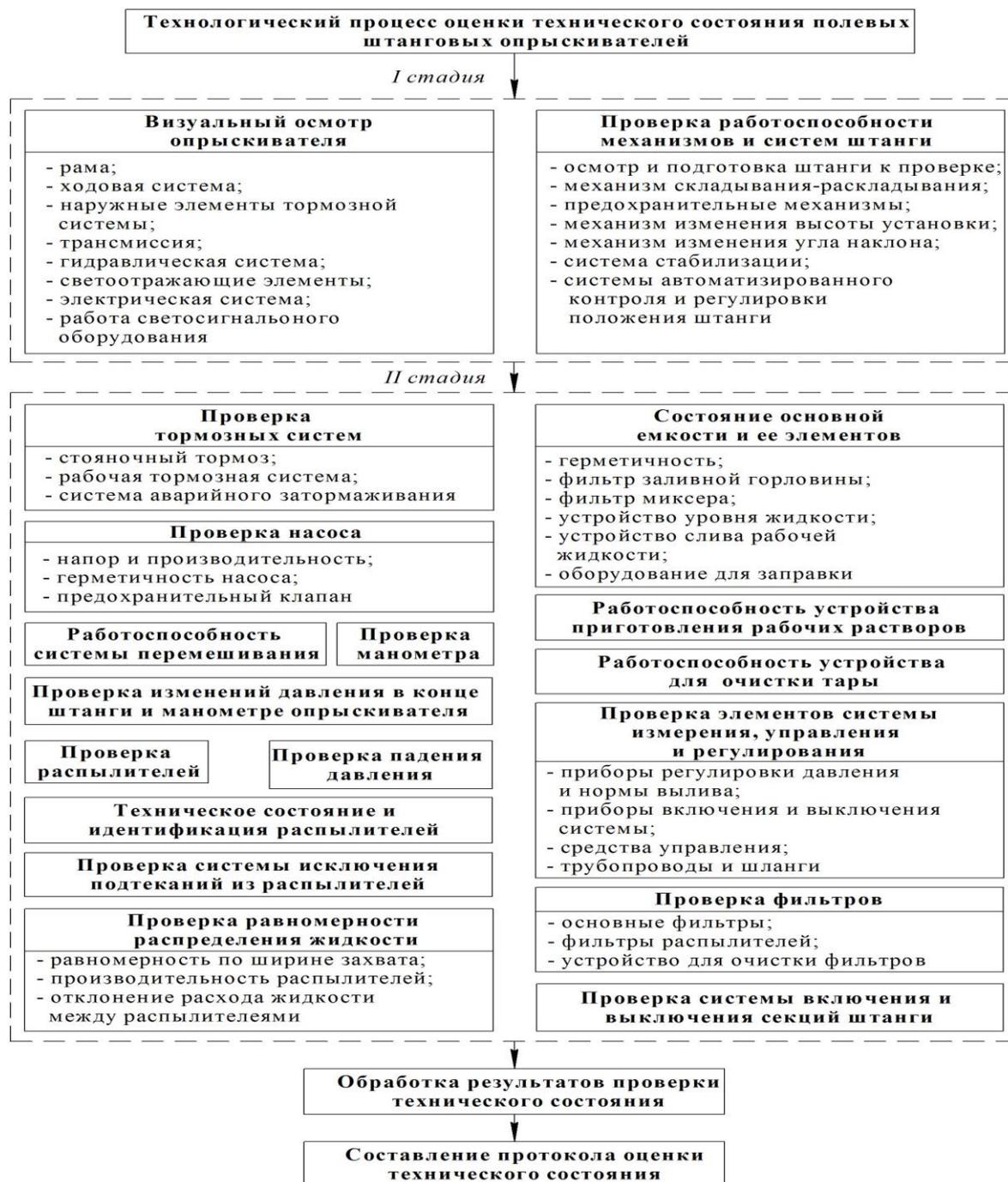


Рисунок 4. Структурная схема процесса оценки технического состояния полевых штанговых опрыскивателей

16. Крук, И.С. Научно-технические основы проектирования рабочих органов штанговых опрыскивателей / И.С. Крук. – Минск: БГАТУ, 2018. – 272 с.

17. Константинов, М.М. Техничко-экономическое обоснование ширины захвата штангового опрыскивателя / М.М. Константинов, Е.С. Петренко // Известия ОГАУ, 2018. – № 1(68). – С.122-125.

18. Прокопенко, С.Ф. Малообъемное опрыскивание

сельскохозяйственных культур / С.Ф. Прокопенко, В.В. Ченцов. – М.: Агропромиздат, 1989. – 62 с.

19. Зырянов, А.П. Теоретическое исследование баланса времени смены работы опрыскивателя / А.П. Зырянов, Д.В. Гуляев // Вестник ЧГАА, 2013. – Т. 65. – С. 20-23.

20. Методика оценки технического состояния полевых штанговых опрыскивателей и технологические требования к ним / С.К. Карпович, Л.А. Мари-

нич, И.С. Крук [и др.]; под общ. ред. И.С. Крука. – Минск: БГАТУ, 2016. – 140 с.

21. Литвиненко, Р.Н. Опрыскивание: инструкция по применению / Р.Н. Литвиненко, В.И. Балабанов, Е.В. Березовский // Новый аграрный журнал. – 2011. – № 2. – С. 56-58.

22. Эксплуатация машинно-тракторного парка: учеб. пособие; под общ. ред. Ю.В.Будько. – Минск: Ураджай, 1991. – 336 с.

23. Крук, И.С. Повышение эффективности химической защиты посадок картофеля от сорняков усовершенствованием культиватора-опрыскивателя: дис.

... канд. техн. наук: 05.20.01 / И.С. Крук. – Горки, 2001. – 200 с.

24. Клебанович, Н.В. Кадастровая оценка сельскохозяйственных земель: метод. указ. по выполнению практикума по курсу «Земельный кадастр» / Н.В. Клебанович. – Минск: БГУ, 2006. – 48 с.

25. Пунцулис, П. Аспекты оценки экологического риска при эксплуатации полевых опрыскивателей / П. Пунцулис, И. Закис // Environment. Technology. Resources. – 2003. – С. 225-231.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 05.09.2022

УДК 621.878.44

ОБОСНОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ МАЛОГАБАРИТНОГО ПОГРУЗЧИКА С БОРТОВЫМ ПОВОРОТОМ

А.Н. Смирнов,

доцент каф. стандартизации, метрологии и инженерной графики БГАТУ, канд. техн. наук, доцент

П.В. Авраменко,

зав. каф. стандартизации, метрологии и инженерной графики БГАТУ, канд. техн. наук, доцент

Н.Г. Серебрякова,

зав. каф. моделирования и проектирования БГАТУ, канд. пед. наук, доцент

К.А. Омелящик,

студент агроэнергетического факультета БГАТУ

В статье предложена и обоснована энергосберегающая система погрузчика с пружинными аккумуляторами, а также приведена методика ее расчета.

Ключевые слова: погрузчик, энергосберегающая система, погрузочное оборудование, ковш.

A power-efficient system of a loader with spring batteries is presented and substantiated, and a calculation method for it is provided in the article.

Key words: loader, power-efficient system, loading equipment, bucket.

Введение

Важной проблемой на современном этапе является рациональное расходование топливноэнергетических ресурсов, так как их запасы ограничены и стоимость постоянно растет. В связи с этим приобретают актуальность вопросы улучшения топливноэнергетических показателей машин и, в частности, фронтальных погрузчиков, которые находят широкое применение во многих отраслях народного хозяйства, в том числе и в агропромышленном комплексе.

Выпуск одноковшовых фронтальных погрузчиков с каждым годом растет. В комплекте со сменными рабочими органами они могут выполнять строительные, дорожные, монтажные и другие работы [1]. Погрузчики, имеющие комплект сменных рабочих органов и приспособленные для работы с ними, являются универсальными. Для повышения конкурентоспособности погрузчиков перед разработчиками стоит задача увеличения их производительности и долговечности,

снижения потребления топлива вновь создаваемых машин по сравнению с существующими образцами.

Существует тенденция к созданию энергосберегающих технологий и машин. В частности таким направлением является разработка и применение на фронтальных погрузчиках энергосберегающего гидропривода (ЭСГП), обеспечивающего снижение энергозатрат при работе, повышение производительности, экономию топлива, снижение нагруженности гидрооборудования и увеличение его ресурса.

Теоретическим и экспериментальным исследованиям гидроприводов одноковшовых фронтальных погрузчиков, вопросам их динамики, совершенствования кинематики погрузочного оборудования, разработке ЭСГП посвящены работы Абрамова С.В., Акользиной П.С., Алексеевой Т.В., Бородачева И.П., Вавилова А.В., Гобермана Л.А., Забегалова Г.В., Лесковца И.В., Лукина А.М. Подсвинова А.Н., Поникарова Г.И., Тарасова В.Н., Теремязева Г.И., Щемелева А.М. и др.