

**БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА ПРИ РАБОТЕ С ОБОРУДОВАНИЕМ ДЛЯ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ
ОТ ВРЕДИТЕЛЕЙ И БОЛЕЗНЕЙ ОБРАБОТКОЙ ЯДОХИМИКАТАМИ НА ОПЫТНЫХ ДЕЛЯНКАХ**

L.N. Berdnikova

**THE SAFETY OF WORKING WITH THE EQUIPMENT FOR PROTECTING PLANTS FROM PESTS AND
DISEASES PROCESSING BY TOXIC CHEMICALS ON EXPERIMENTAL PLOTS**

Бердникова Л.Н. – канд. с.-х. наук, доц. каф. безопасности жизнедеятельности Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: Vlaga26@mail.ru

Berdnikova L.N. – Cand. Agr. Sci., Chair of Health and Safety, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: Vlaga26@mail.ru

Предложена методика оптимизации конструктивных параметров оборудования для защиты растений от вредителей и болезней на опытных участках сельскохозяйственных культур и средств механизации для их выполнения на основе выбора режимов опрыскивания и определения погектарного расхода химических препаратов при обработке участков. Разработана конструкция опрыскивателя, обеспечивающего снижение воздействия ядохимикатов на работников при выполнении технологического процесса. По результатам анализа баланса рабочего времени при обработке растений ядохимикатами на грядах по элементам технологического процесса выбраны оптимальные технологии их обработки в соответствии с заданными критериями. Выполнен анализ вредных и опасных производственных факторов при выполнении технологического процесса. Рассмотрено влияние природно-климатических подфакторов, с которыми соприкасается работник во время выполнения технологического процесса, на экипировку рабочего. Проанализировано воздействие ядохимикатов, применяемых при обработке растений на человека. Предложены меры и средства их нейтрализации. Представлены общие меры первой помощи независимо от характера яда, вызвавшего отравление, направленные на прекращение поступления яда в организм. Рассмотрены и предложены средства индивидуальной защиты, а также уход за ними. Результаты экспериментальных и теоретических исследований зависимости расхода жидкости от скоростей движения, давления и конструктивных особенностей распылителей сведены в матрицы планирования эксперимента, что позволило рассчитать регрессионную модель зависимости

погектарного расхода препаратов от скоростей движения и давления жидкости, являющаяся статистической моделью изучаемого процесса, которая позволяет определить оптимальные параметры изучаемого процесса при варьировании уровней факторов. Исследования, проведенные в соответствии с изложенным планом эксперимента на опрыскивателе, позволили определить влияние факторов на характеристики процесса.

Ключевые слова: методика, оптимизация, опрыскивание, расход, препараты, вредные факторы, ядохимикаты, защита, нейтрализация, условия труда.

The technique of optimization of design data of the equipment for protection of plants against wreckers and diseases on experimental plots of crops and means of mechanization for their performance on the basis of the choice of the modes of spraying and definition of a hectare expense of chemical preparations when processing allotments is offered. The design of the sprayer providing the decrease in the impact of toxic chemicals on workers when performing technological process is developed. By the results of the analysis of balance of working hours when processing plants on ridges on elements of technological process optimum technologies of their processing are chosen according to the set criteria for toxic chemicals. The analysis of harmful and dangerous production factors when performing technological process is made. The influence of natural climatic subfactors adjoining the worker during the performance of technological process, on the equipment of the worker is considered. The influence of toxic chemicals applied when processing plants on the person is analysed. Measures and means of their neutralization are of-

ferred. General measures of first aid irrespective of poison character which caused poisoning, the intakes of poison directed on the termination in the organism are presented. The means of individual protection and also care of them are considered and offered. The results of pilot and theoretical studies of dependence of the consumption of liquid on speeds of the movement, pressure and design features of sprays are reduced in the experiment of planning matrixes that allowed to calculate the regression model of dependence of a hectare expense of preparations on speeds of the movement and pressure of liquid which is statistical model of studied process which allows to determine optimum parameters of studied process at the variation of levels of factors. The researches conducted according to the stated plan of experiment on a sprayer allowed to define the influence of factors on process characteristics.

Keywords: technique, optimization, spraying, expense, preparations, harmful factors, toxic chemicals, protection, neutralization, working conditions.

Введение. Одним из наиболее эффективных и доступных методов защиты сельскохозяйственных культур является химический, основанный на применении специальных препаратов – пестицидов. Наиболее распространенным способом их применения является опрыскивание. Обработка растений на опытных делянках химическими и биологическими препаратами производится, как правило, с применением ручных опрыскивателей. Качество опрыскивания при использовании ручных орудий зависит от квалификации исполнителя, выполнение рабочего процесса трудоемко, учитывая контингент работников, в основном женщин. Применение тракторных опрыскивателей на участках площадью не более 3 га экономически неэффективно. Необходима ориентация на ручные или моторизированные средства малой механизации, обладающие при этом высокой производительностью и качеством выполнения технологического процесса.

Цель исследования: повышение безопасности труда при проведении работ для защиты растений от вредителей и болезней обработкой ядохимикатами на опытных делянках.

При этом необходимо решить следующие **задачи:**

– определить расход жидкости в зависимости от характеристик распылителей, давления в ре-

зервуаре, погектарный расход в зависимости от скорости движения при снижении давления;

– разработать мероприятия по исключению воздействия ядохимикатов на работника при опрыскивании опытных делянок.

Постановка задачи

При работе с проектируемым орудием существуют вредные факторы. Работы, проводящиеся орудием, служат для борьбы с вредителями и болезнями леса на опытных делянках. Первый фактор и опасность возникают сами – воздействие ядохимикатов, применяемых при обработке семян и саженцев на человека. Большинство ядохимикатов в той или иной степени ядовиты для людей и животных. Второй фактор – удобство позы работников, способствующее их производительному труду. Третий фактор – климатические условия.

Поэтому задачей исследований можно считать как определение технических и эргономических характеристик орудия, так и разработку технологических и организационных мероприятий для исключения воздействия ядохимикатов на работника при опрыскивании опытных делянок.

Конструкция опрыскивателя и технология его применения

Опрыскиватель предназначен для выполнения следующих операций [1]:

– безвоздушного распыления химических препаратов при выполнении опрыскивания сельскохозяйственных культур на селекционных грядках мелкокапельными растворами химических препаратов;

– локального протравливания почвы на глубину 15–20 см.

Опрыскиватель состоит из следующих основных узлов: рамы, колес, резервуара, воздушного насоса, запорного крана, штанги с распылителями [2].

Назначение рамы – компоновка всех узлов опрыскивателя. Резервуар предназначен для перевозки жидкости и подачи ее к рабочим органам давлением воздуха. Штанга с распылителями используется при безвоздушной подаче химических препаратов на грядках. В качестве объекта исследований использовался малогабаритный ручной опрыскиватель [1, 2], представленный на рисунке 1.



Рис. 1. Чертеж опрыскивателя

Обработка гряд на опытных участках производится в следующей последовательности. При опрыскивании растений оператор устанавливает на орудие штангу с распылителями, заправляет резервуар химическим препаратом, закрывает запорный кран, ножным насосом создает требуемое давление воздуха. Открыв кран, оператор перемещает орудие за рукоятки рамы вдоль гряды, обеспечивая покрытие растений распыленными препаратами при их безвоздушном распылении. Отраженные от почвы капли покрывают нижнюю поверхность листьев растений. При падении давления воздуха оператор останавливает орудие, закрывает кран, поднимает давление, после чего продолжает работу в описанной последовательности.

Объекты, методы и результаты исследования. Расход жидкости через центробежный наконечник определяют по формуле

$$Q = 0.06 \cdot f_0 \cdot \mu \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot p}, \quad (1)$$

где f_0 – площадь выходного отверстия (сопла) наконечника, м²; g – ускорение силы тяжести, м/с²; p – давление при входе жидкости в наконечник, в метрах водяного столба; μ – коэффициент расхода.

Преобразуя формулу (1) в вид, представляющий метры водяного столба p в кПа h , получим

$$Q = \mu \cdot f_0 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot h}{9,8067}}, \quad (2)$$

где 9,80665 – коэффициент перевода давления в метрах водяного столба в кПа.

Принимая диаметр выходного отверстия 2,0 мм по ГОСТ 2006–62 для полевых наконечников распылителей, предусматривающих диаметры сопла колпачка 1,0; 1,25; 1,5 и 2,0 мм, и подставляя численные значения, получим зависимость расхода от давления.

Проектируемое орудие соответствует требованиям, предъявляемым при его испытаниях и эксплуатации по ГОСТ 12.0.004–15 ССБТ. Проведенные эргономические исследования малогабаритного опрыскивателя показали, что мощность на привод насоса подкачки воздуха в резервуар не превышает 105 Вт, масса (сухая) модуля – 8,2 кг при габаритных размерах 670 × 560 × 1300 мм, что соответствует эргономике.

Конструкция баков орудия исключает вытекание химических препаратов во всех рабочих положениях. Рукоятки имеют покрытие из мягкого материала.

Основные органы управления орудием располагаются по правую сторону в зоне доступности. На резервуар нанесен знак химической опасности. Усилия, требуемые для включения рычага управления из рабочего в транспортное положение и обратно, должны соответствовать ГОСТ 12.2.064–81 ССБТ «Органы управления производственным оборудованием. Общие требования безопасности». Усилия, прилагаемые к орудью, определялись динамометром при движении со скоростью 1 м/с и выполнении технологического процесса в реальных условиях. Результаты измерений представлены в таблице.

Результаты определения усилий, прилагаемых к орудью при работе

Объект измерения	Масса орудия конструктивная, кг	Масса полезной нагрузки, кг	Направление усилия и его значение, Н	
			Вертикально	Горизонтально
Рукоятки	26,45	–	2–4	30–50
Рукоятки	26,45	20	4–7	150–180
Рукоятки	19,5	3	2–3	20–40
Кран	–	–		20–30
Кронштейн насоса	–	–	4–5	–

Как следует из приведенных в таблице данных, усилия управления модулем не превышают допустимых по ГОСТ 5636-93.

В транспортируемом положении орудие легко разбирается на отдельные узлы. На резервуаре предупредительная надпись: «Яд».

Конструкция орудия соответствует требованиям: по безопасности и элементам конструкции – ГОСТ 12.2.003; по пожарной безопасности – ГОСТ 12.1.004; по сигнальным цветам и знакам безопасности – ГОСТ 12.4.026-2015; по ограждениям и блокировке – ГОСТ 12.2.042-2013. При эксплуатации орудия вредные производственные факторы не будут превышать показателей, полученных при испытаниях прототипа [1, 2], а также требований ГОСТ 12.1.003-2014 и ГОСТ 12.1.012.

Конструкция орудия обеспечивает: видимость с рабочего места; надежность фиксации рычага управления; удобство и безопасность доступа к узлам при монтаже, эксплуатации, ремонте и техническом обслуживании; наличие запрещающих знаков; удобство наблюдения за рабочим органом с рабочего места оператора. Углы обзора рабочего не превышают значений ГОСТ 12.2.019–2005.

Исследования, проведенные в соответствии с

планом эксперимента на опрыскивателе, позволили определить влияние факторов на характеристики процесса [3]. Установлено, что при рабочем давлении 300–100 кПа рабочие скорости должны составлять 1,33–0,63 м/с. По результатам испытаний за одну заправку резервуара длина гона составляет 400 м, затраты времени на цикл – 12 мин, т. е. средняя скорость движения с учетом времени на создание и поддержание рабочего давления в резервуаре составляет 0,6 м/с [2].

Выбор технологических схем обработки сельскохозяйственных культур на делянках и расчеты режимов работы

Расчет выполняется на основании технической характеристики проектируемого оборудования и размеров гряд с посадками сельскохозяйственных культур на обрабатываемой площади селекционной делянки КФХ «Грицай». Схема расположения гряд селекционной делянки представлена на рисунке 2.

Время работы опрыскивателя на обработке семян лесных культур химическими препаратами для работы на одной заправке резервуара определяется по выражению

$$T_{\Sigma} = t_3 + t_{\Pi} + t_{Г.Х.} + t_{\Pi 90} + t_{РХ.1} + t_{\Pi} + t_{РХ.2} + t_{\Pi 180} + t_{Р.Х.3} + t_{\Pi 90} + t_{Р.Х.4} + t_{\Pi 90} + t_{\Pi} + \rightarrow \quad (3)$$

$$\rightarrow t_{Р.Х.5} + t_{\Pi 180} + t_{Р.Х.6} + t_{\Pi 90} + t_{ХХ},$$

где t_3 – время заправки резервуара опрыскивателя, с; t_{Π} – время подкачки резервуара опрыскивателя до давления 0,3 МПа, с; $t_{Г.Х.}$ – время грузового хода на гряде, с; $t_{\Pi 90}$ – время поворота на 90° , с; $t_{\Pi 180}$ – время поворота на 180° , с; $t_{Р.Х.1}$, $t_{Р.Х.2}$,

..... $t_{Р.Х.5}$ – время рабочих ходов при опрыскивании семян (при изменении давления в резервуаре с 0,3 до 0,1 МПа), с.; $t_{Х.Х.}$ – время движения на холостом ходу на заправку, с.

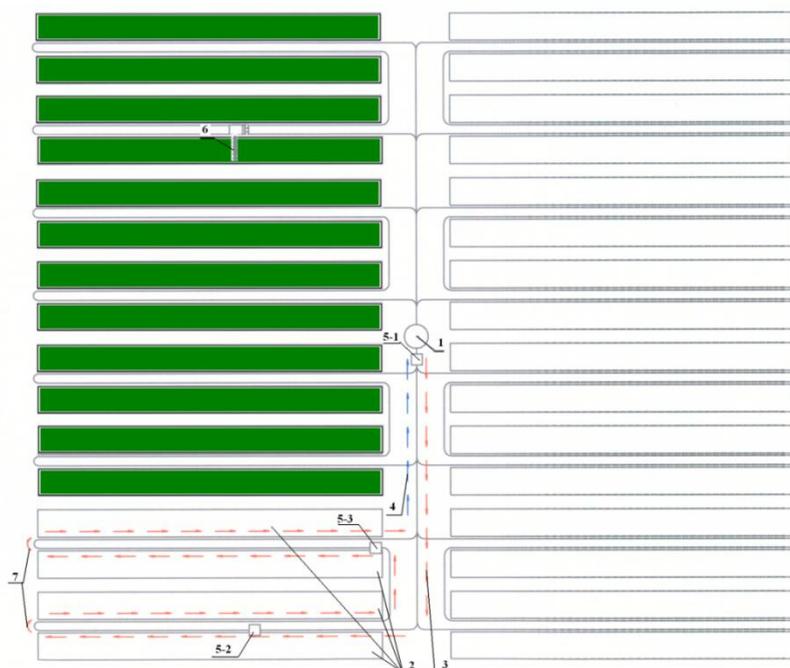


Рис. 2. Схема расположения гряд селекционной делянки и порядка ее обработки: 1 – емкость для приготовления и заправки химических препаратов объемом 200 дм³; 2 – гряды с посевами лесных культур, подлежащих обработке от вредителей и болезней с первой заправки резервуара орудия; 3 – рабочий ход с заправленным резервуаром; 4 – холостой ход с пустым резервуаром; 5-1, 5-2, 5-3 – места подкачек воздуха в резервуар орудия; 6 – орудие на обработке гряд; 7 – места поворотов

Время грузового хода на грядку $t_{г.х.}$ определяется по выражению $t = \frac{S_{г.}}{V_{г.х.}}$,

где $S_{г.}$ – длина пути грузового хода опрыскивателя с полной заправкой, м; $V_{г.х.}$ – скорость движения на данном участке пути, м/с.

Диаграмма затрат рабочего времени на обработку четырех гряд площадью 400 м² представлена на рисунке 3.

Время обработки 32 гряд (8 циклов по 4 гряды за одну заправку) до расхода емкости рабочего

раствора 200 дм³ (из расчета 25 дм³ × 8 = 200 дм³) составит: $T_{\Sigma 1} = 492$ с, $T_{\Sigma 2} = 481$ с, $T_{\Sigma 3} = 492$ с, $T_{\Sigma 4} = 481$ с, $T_{\Sigma 5} = 492$ с, $T_{\Sigma 6} = 481$ с, $T_{\Sigma 7} = 492$ с, $T_{\Sigma 8} = 481$ с.

После обработки 32 гряд из одной емкости с рабочим раствором дальность холостого и грузового ходов возрастает на 16–32,8 м, что вызывает необходимость переноса емкости на новую позицию на расстояние 28 м, где в ней повторно разводится рабочий раствор химических препаратов.

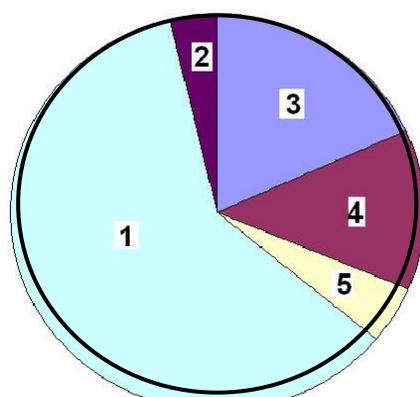


Рис. 3. Диаграмма баланса затрат рабочего времени на обработку четырех гряд площадью 400 м²: 1 – работа на опрыскивании; 2 – холостой ход; 3 – заправка резервуара препаратами; 4 – подкачка воздуха в резервуар; 5 – повороты

Общее время обработки участка состоит из времени обработки двух делянок площадью по 0,36 га. Учитывая, что площадь посевов на делянке составляет 0,7 га, затраты времени на обработку растений от вредителей и болезней методом опрыскивания химическими или биологическими препаратами определится как сумма затрат времени:

$$T_{\text{обр } 1} = T_{\Sigma 1} + T_{\Sigma 2} + T_{\Sigma 3} + T_{\Sigma 4} + T_{\Sigma 5} + T_{\Sigma 6} + T_{\Sigma 7} + T_{\Sigma 8}, \quad (4)$$

где $T_{\Sigma 1}$ – на приготовление рабочего раствора на первой делянке – 0,5 ч; $T_{\Sigma 2}$ – обработку семян на первой делянке как суммы времени обработки гряд с каждой заправки опрыскивателя; $T_{\Sigma 3}$ – переноску емкости для рабочего раствора на вторую делянку – 0,1 ч; $T_{\Sigma 4}$ – приготовление рабочего раствора на второй делянке – 0,5 ч; $T_{\Sigma 5}$ – обработку растений на второй делянке; $T_{\Sigma 6}$ – двух-

кратную очистку резервуара опрыскивателя посредством промывки его водой со сливом через распылители – 0,25 ч; $T_{\Sigma 7}$ – очистку фильтрующего элемента с его промывкой – 0,2 ч; $T_{\Sigma 8}$ – промывка емкости для рабочего раствора и перевозку опрыскивателя к месту хранения – 0,8 ч.

Общие затраты времени $T_{\text{общ}}$ на выполнение цикла работ – 4,51 ч.

Коэффициент использования рабочего времени смены составляет 0,6 ввиду того, что после работы с ядохимикатами следует снять и отдать в стирку рабочую одежду, принять душ.

Суммарные затраты рабочего времени составят $4,51 : 0,6 = 7,51$ ч.

Диаграмма баланса затрат рабочего времени на обработку всей селекционной делянки площадью 0,7 га представлена на рисунке 4.

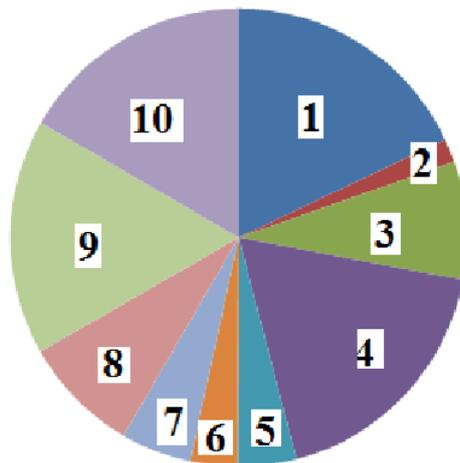


Рис. 4. Диаграмма баланса затрат рабочего времени на обработку всей селекционной делянки площадью 0,7 га: 1 – обработка первой делянки из 32 гряд за 8 циклов; 2 – переноска емкости для рабочего раствора на вторую делянку; 3 – приготовление раствора; 4 – обработка второй делянки; 5 – очистка резервуара опрыскивателя; 6 – очистка фильтра; 7 – промывка емкости рабочего раствора; 8 – перевозка опрыскивателя к месту хранения; 9 – принятие рабочим душа; 10 – отдых и спецпитание после работы с химическими препаратами

При работе с ядохимикатами следует пользоваться противопылевыми респираторами или респираторами с противогазовыми патронами (РУ-60, РПГ-67). Для защиты от ртуторганических соединений применяют противогазовый патрон марки Г, для фосфор-, хлор- и других органических соединений – противогазовый патрон марки А. Ежедневно после работы резиновые части противогазов и респираторов, соприкасающиеся с лицом, тщательно моют в теплой воде с мылом и дезинфицируют ватным тампоном, смоченным в спирте или 0,5 % растворе марганцовокислого калия, после чего их вновь промывают в чистой воде и сушат при температуре 30–35 °С. Для защи-

ты рук применяют специальные резиновые перчатки. При работе с жидкими ядохимикатами – резиновые сапоги; на складах ядохимикатов используют специальную обувь. Глаза защищают с помощью противопылевых очков типа ПО-3.

По окончании работы сначала, не снимая с рук, моют резиновые перчатки в обезвреживающем растворе, промывают в воде, затем снимают защитные очки, респиратор, сапоги и комбинезон, потом снова моют перчатки в обезвреживающем растворе и воде. Ядохимикаты перевозят только на специально оборудованном транспорте с бортовой надписью «Ядохимикаты». Транспорт для перевозки ядохимикатов, а также аппаратура,

предназначенная для их применения, должны обезвреживаться не реже 2 раз в месяц кашицей хлорной извести на специально отведенных участках. Запрещается сброс загрязненных ядохимикатами вод и остатков ядохимикатов в водоемы.

Выводы. Из анализа технологий обработки сельскохозяйственных культур ядохимикатами для их защиты от вредителей и болезней на селекционной делянке можно отметить, что для этой цели эффективны ручные средства малой механизации, обладающие при этом высокой производительностью и безопасностью выполнения технологического процесса.

Разработано техническое средство для улучшения условий труда при проведении работ на опытных делянках, позволяющее снизить воздействие ядохимикатов на организм работников.

Экономический анализ затрат на опрыскивание культур на грядках показал целесообразность внедрения нового оборудования.

Литература

1. Орловский С.Н., Кривец Н.В., Лобанов А.Ю. Оборудование для борьбы с вредителями и болезнями в лесных питомниках // Защита и карантин растений. – 2001. – № 10. – С. 42–43.

2. Разработать оборудование для защиты леса от вредителей на базе малозергемких технологий: заключительный отчет по теме 1.4.5/УП-2.6 / ВНИИПОМЛесхоз. – № ГР 135789. – Красноярск, 2000. – 47 с.
3. Рафалес-Ламарка З.З., Николаев В.Г. Некоторые методы планирования и математического анализа биологических экспериментов. – Киев: Наукова думка, 1971. – 119 с.

Literatura

1. Orlovskij S.N., Krivec N.V., Lobanov A.Ju. Oborudovanie dlja bor'by s vrediteljami i boleznjami v lesnyh pitomnikah // Zashhita i karantin rastenij. – 2001. – № 10. – S. 42–43.
2. Razrabotat' oborudovanie dlja zashhity lesa ot vreditel'ej na baze malojenergoemkih tehnologij: zakljuchitel'nyj otchet po teme 1.4.5/UP-2.6 / VNIIPOMLeshoz. – № GR 135789. – Krasnojarsk, 2000. – 47 s.
3. Rafales-Lamarka Z.Z., Nikolaev V.G. Nekotorye metody planirovanija i matematicheskogo analiza biologicheskikh jeksperimentov. – Kiev: Naukova dumka, 1971. – 119 s.

