УДК 631.34.004

https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-335-2-81-84

Мамедов З.В.

Азербайджанский Государственный Аграрный Университет

E-mail: ziyamemmedov-adau@rambler.ru

Ключевые слова: опрыскиватель, штанга, наконечник, рабочая жидкость, потеря, обратный клапан, система, полоса поворота.

Для цитирования: Мамедов З.В. Исследование потерь рабочей жидкости из наконечников при неработающем насосе штанговых опрыскивателей для обоснования применения обратного клапана к каждому наконечнику // Аграрная наука. 2020; (2): 81–84.

DOI: 10.32634/0869-8155-2020-335-2-81-84

Исследование потерь рабочей жидкости из наконечников при неработающем насосе штанговых опрыскивателей для обоснования применения обратного клапана к каждому наконечнику

РЕЗЮМЕ

В существующих опрыскивателях, включая штанговые, во время работы подаваемая в систему насосом рабочая жидкость регулируется редукционным краном и распределяется по норме на гектар. При этом в наконечники опрыскивателя рабочая жидкость подается соответствующим давлением. Когда работает насос, в системе создается давление и при открытом редукционном предохранительном кране в штанги и наконечники опрыскивателя под давлением подается рабочая жидкость, после чего с наконечников идет опрыскивание. Когда насос не работает, редукционный кран закрывается. Анализ показывает, что во всех существующих опрыскивателях при закрытии крана в трубопроводах штанги, коммуникациях между редукционным краном и наконечниками остается определённое количество рабочей жидкости. Установлено, что эта жидкость при встряхивании штанги на холостом ходу, за счет центробежной силы в полосах поворота, разницы уровня наконечников в штанге относительно горизонта, из наконечников вытекает. Это ведет к потере ценной жидкости (вода + пестицид) и загрязнению окружающей среды, уменьшению производительности опрыскивающего агрегата. Данная статья посвящается определению и исследованию в реальных условиях масштаба потерь в штанговых опрыскивателях, обоснование и разработка средств предотвращения этих потерь.

Mammadov Z.V.

Azerbaijan State Agrarian University

E-mail: ziyamemmedov-adau@rambler.ru

Key words: sprayer, sprayer boom, spray tip, working fluid, loss, check valve, system, turning lane.

For citation: Mammadov Z.V. Prevent fluid loss from spray tips // Agrarian Science. 2020; (2): 81–84. (In Russ.)

DOI: 10.32634/0869-8155-2020-335-2-81-84

Prevent fluid loss from spray tips

ABSTRACT

In existing sprayers, including boom sprayers, during operation the working fluid supplied to the system by the pump is regulated by a tap for a pressure-reducing control valve and distributed according to the norm per hectare. At the same time, the working fluid is supplied to the sprayer tips with the appropriate pressure and the amount of working fluid. When the pump is operating, pressure is created in the system with the pressure reducing valve open and the working fluid is supplied to the sprayer booms and tips under pressure, after which spraying takes place from the tips. When the pump does not work then the pressure reducing valve closes. The analysis shows that in all existing sprayers when closing the tap in all cases in the boom pipelines, communications between the pressure reducing valve and the tips there remains a certain amount of working fluid. It is established that this fluid flows from the tips by shaking the rod at idle, due to the centrifugal force in the turning lanes, the difference in the level of the tips in the rod relative to the horizon. This leads to the loss of valuable fluid (water + pesticide) and environmental pollution. The performance of the spraying unit is reduced. This article is devoted to the definition and study in real conditions of the scale of losses in boom sprayers and the development of a means to prevent these losses.

Введение

Основными критериями оценки эффективности работы опрыскивателей, кроме качественных показателей, являются: сокращение расхода рабочей жидкости и потерь пестицидов, повышение равномерности обработки растений, что достигается, прежде всего, совершенствованием основных рабочих органов [1, 2, 3, 4, 5].

Во время работы штанговых и других различных типов опрыскивателей подаваемая при помощи насоса под давлением рабочая жидкость в систему регулирования и передачи к штангам распределяется к наконечникам опрыскивателя и согласно норме на гектар наносится на обрабатываемые культуры. Оставшаяся часть рабочей жидкости, подаваемой от насоса, обратно попадает в бак опрыскивателя. Редукционный регулирующий клапан сохраняет выбранное давление во время всего опрыскивания, также при остановке насоса перекрывает путь подачи жидкости к штангам и наконечникам. В реальных условиях при остановке опрыскивания на холостом ходу, на поворотных полосах всегда отключается насос. Но при этом происходит утечка из наконечников рабочей жидкости, которая остается в штанге и коммуникациях, что ведет к потерям рабочей жидкости, представляющей собой раствор пестицидов. Это приводит к загрязнению ядовитыми химикатами окружающей среды. Предотвращение этих потерь является актуальной и важной задачей. В этой статье показаны масштабы потерь и возможности их предотвращения.

Цель: определить масштабы потерь рабочей жидкости из наконечников штанговых опрыскивателей в различных условиях при неработающем насосе для обоснования установки обратного клапана к каждому наконечнику.

Объект исследования: штанговый опрыскиватель с встроенными обратными клапанами к наконечникам и расход рабочей жидкости.

Методика

На примере одной штанги в штанговых опрыскивателях проводили лабораторные и полевые исследования опрыскивателей с обратными клапанами к наконечникам на холостом ходу, при остановках, на поворотных полосах, а также определяли утечки рабочей жидкости из наконечников без обратного клапана при различных условиях работы. Проводили сравнительный анализ этих данных.

Прежде чем определить масштаб потерь, обосновали и выбрали критерий интенсивности потерь по времени и установили преимущества при оценке потерь в различных условиях. Для этого теоретически обосновали потери при наклонном состоянии штанги.

Теоретические исследования интенсивности и количество потерь рабочей жидкости из наконечников при наклонном состоянии и нерабочем режиме насоса штанговых опрыскивателей.

В реальных условиях при наклонном состоянии штанг (рис. 1) из-за разности уровней относительно горизонта между наконечниками 1, 2, 3, 4, 5, давление в них различается. По этой причине из-за этих разностей из наконечников происходит утечка жидкости, находящейся в коммуникационной линии. Например, распылитель с наконечниками 1, 2, 3, 4, 5 должен стоять на высоте H от поверхности почвы по линии O–O. Однако при работе распылителя из-за неровностей рельефа поверхности и других разных причин штанга почти всегда находится под определённым углом к горизонту. Практика показывает, что в таком положении штанга находится и при холостом ходе распылителя. Разные исследователи отмечают, что этот фактор отрицательно влияет на качество распыления, так как происходит неравномерный распыл по площади. При этом на потери распыляемой жидкости из открытых коммуникационных линий распылителя не было обращено никакого внимания и исследований по данному вопросу не было проведено. Поэтому должны быть изучены и исследованы все причины, приводящие к таким потерям. Разницу между уровнями наконечников, образовавшуюся вследствие нахождения штанги в наклонном положении относительно линии O–O, можно выразить следующим образом:

Первый, самый нижний наконечник принимается как $H + h - h_1 = H + h$ ($h_0 = 0$).

Второй наконечник относительно первого составляет $H + h - h_2$.

Третий наконечник относительно первого составляет $H + h - h_3$.

Четвертый наконечник относительно первого составляет $H + h - h_4$.

Пятый верхний наконечник относительно первого составляет $H + h - h_5$.

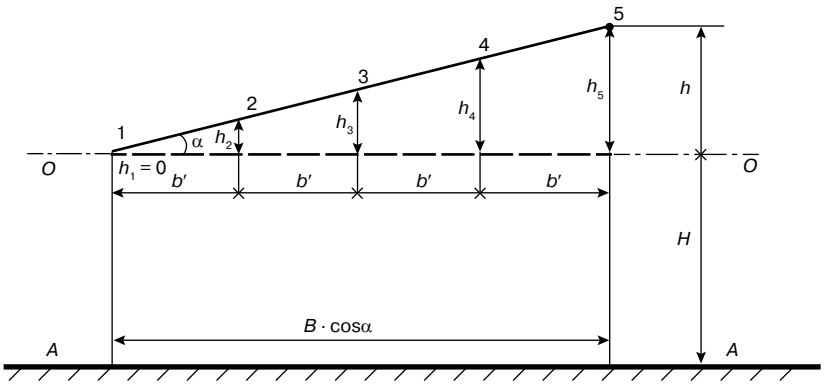
Здесь h_1, h_2, h_3, h_4, h_5 — высота от уровня линии O–O. Как видно, наивысшее водяная давление в точке 1 и наименьшее — в точке 5. Поэтому в распылителях с одинаковым типом наконечников, с одинаковыми отверстиями утечка распыляемой жидкости при наклонном положении штанги бывает следующей: из первого, нижнего наконечника — максимальная, из пятого, верхнего — минимальная.

Экспериментальным путём нами было установлено, что при наклонном состоянии интенсивность утечки рабочей жидкости соответственно в точках составляет:

$$q_1 > q_2 > q_3 > q_4 > q_5.$$

В связи с тем при определении величины и интенсивности утечки по времени надо пользоваться усреднён-

Рис. 1. Схема разности уровней между распылительными наконечниками в штангах штанговых опрыскивателей: A–A — поверхность почвы; O–O — высота распыла от земли; α – наклон распылительной штанги относительно горизонта; B — ширина захвата одного узла штангового распылителя, м; b — расстояние между наконечниками, м; b' — горизонтальная проекция расстояния между наконечниками, м; H — установленная высота распыла, м; h_1, h_2, h_3, h_4 – разность уровней между наконечниками, м



ными показателями расхода жидкости из наконечников. Оно определяется по нижеуказанной формуле:

$$q_{or.} = \frac{q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5}{5}, \text{ мл/с}$$

Нами в исследованиях использованы максимальные, минимальные и средние утечки рабочей жидкости при обосновании установки обратного клапана к наконечникам опрыскивателей.

В результате исследований и испытаний в полевых условиях определены потери рабочей жидкости из наконечников опрыскивателя. Выяснилось, что во время работы штангового опрыскивателя относительно самые большие потери происходят во время поворота на поворотных полосах. Эти потери напрямую зависят от длины полосы поворота, времени холостого хода и скорости агрегата. При движении опрыскивателя в полосах поворота используется петлеобразная схема. По этой схеме при окончании текущего прохода опрыскивателя в конце поля, то есть, когда наконечники штангового опрыскивателя находятся над последним растением (в конце опрыскиваемого ряда), тракторист останавливает ВОМ и тем самым насос опрыскивателя, но продолжает движение агрегата на величину длины (трактор + опрыскиватель = l) и начинает делать поворот радиусом на две величины ширины захвата агрегата $R = 2B$, после совершения поворота при входе на полевые ряды осуществляет движение на величину длины l (трактор + опрыскиватель) и после этого заново включает в движение ВОМ и тем самым насос, после чего происходит опрыскивание [6]. Согласно исследованиям Б.С. Свирщевского [7], при петлевой схеме поворота трактор + рабочая машина совершают путь L длиной

$$L = 2l + 6B.$$

Исследования показали, что при совершении поворота опрыскивающего агрегата, несмотря на то, что насос останавливается и путь движения передачи рабочей жидкости к наконечникам редукционным краном перекрывается, из наконечников вытекает рабочая жидкость, оставшаяся в коммуникационных линиях — между редукционным клапаном и наконечниками, объем которой может составлять 1–10 л в зависимости от типа и конструкции опрыскивателей. Величина эта зависит от диаметра и длины трубопроводов и шлангов, соединяющих опрыскивающие наконечники с редукционным клапаном и системой регулирования опрыскивателя. Во время поворота за счет вибрации штанги рабочая жидкость в трубах подвергается центробежной силе, в том числе из-за определенной степени изгиба штанги, неравномерности высоты наконечников, что вызывает ее вытекание из их отверстий. В лабораторных условиях также было определено, что при остановках потеря жидкости идет из-за разницы высоты между наконечниками в штангах.

Из таблицы 1 и рисунка 2 видно, что при стоянке опрыскивателя после опрыскивания, если диаметр отверстия наконечника и разница высоты между наконечниками относительно горизонтали растут, то соответственно растет и интенсивность потерь рабочей жидкости. Например, если угол наклона штанги равен 5 см, то утечка жидкости при диаметре отверстия наконечника 0,05/2,4 м составит 1,25 мл/с, тогда как при наклоне штанги 0,2/2,4 м — 2,05 мл/с. При тех же условиях, если d = 6 мм, соответственно составит q = 6,75 и 8,66 мл/с.

Экспериментальными исследованиями в полевых условиях установлено, что из каждого наконечника при тех же диаметрах и наклонах штанги относительно горизонта потеря жидкости, оставшейся в штангах, составляет в 1,5–2,0 раза больше при холостом ходе движении в поле, в 3,0–4,0 раза больше — при поворотах, в зависимости от скорости движения и состояния поверхности поля.

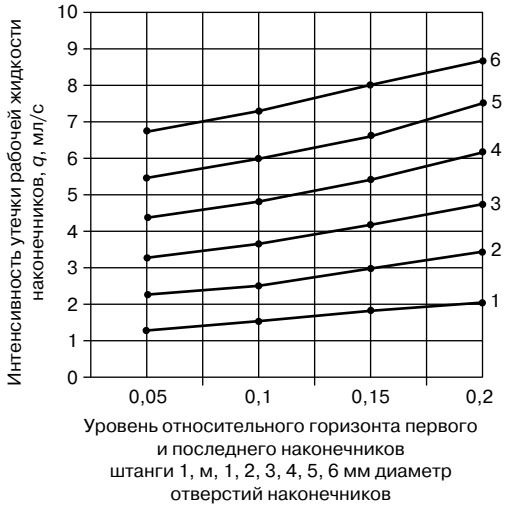
Следует отметить, что в реальных условиях на поле у агрегата трактор + опрыскиватель угол наклона штанги и разница между наконечниками никогда не равны нулю. По этой причине даже на «ровных местах» всегда у существующих опрыскивателей идет утечка рабочей жидкости из наконечников. Учитывая вышеуказанное нами разработан, обоснован и установлен между штангой и наконечниками новый обратный клапан: между штуцером и наконечником опрыскивателя. Обратный клапан при работе опрыскивателя во всех случаях: на холостом ходу и при остановках опрыскивателя, когда не работает насос, срабатывает, закрывая ход поступления жидкости от штанги к наконечнику, тем самым предотвращая потери рабочей жидкости.

Таблица 1.

При стояночном состоянии опрыскивателя средняя величина свободной утечки рабочей жидкости из отверстий наконечников за 1 секунду при различных уровнях (крайнего нижнего и крайнего верхнего отверстий наконечников опрыскивателя) относительно горизонта при длине штанги 2,4 м

Разница уровня между первым и последним наконечником в штанге опрыскивателя относительно горизонта, м	Интенсивность утечки рабочей жидкости (мл/с) при стоянке опрыскивателя после опрыскивания с различными диаметрами отверстий наконечников (мм)					
	1	2	3	4	5	6
0,05	1,25	2,25	3,3	4,4	5,5	6,75
0,10	1,50	2,5	3,7	4,8	6,0	7,33
0,15	1,83	3,0	4,16	5,4	6,6	8,0
0,20	2,05	3,45	4,75	6,2	7,5	8,66

Рис. 2. Интенсивность роста потерь рабочей жидкости при различных диаметрах отверстий центробежного наконечника, разных уровнях первого и последнего наконечника в стояночном состоянии, после работы штангового опрыскивателя



Экспериментальные обратные клапаны созданы в трех вариантах. Головки клапана сделаны сферической, конусной и усеченной конусной формы. Пружины клапана — из нержавеющей эластичной стали с 3, 5, 7, 9 витками, внутренним диаметром витков — 8 мм. Расстояние между витками пружины составляет 1,5 мм. Экспериментально каждый вариант обратного клапана на открытие под давлением и закрытие проверяли по 100 раз. При различных нормах расхода и давлении в системе, что встречается в реальных условиях для опрыскивания полевых культур, садовых насаждений с нормой расхода от 50 до 2000 л/га, были изучены расход энергии и пропускная способность жидкости при открытии клапана.

При работе насоса в штанге при различных давлениях (5, 10, 15, 20 мПа) проверяли надежность нового обратного клапана. Установлено, что при открытом редукционном клапане опрыскивателя происходит нормальное опрыскивание, а при остановке насоса благодаря обратным клапанам предотвращается утечка рабочей жидкости. Все три варианта обратных клапанов (шаровые, конусные и усеченные конусные) при различных видах испытаний показали надежность работы, но шаровой является более простым, что позволяет без изменения в конструкции опрыскивателя легко монтировать его как отдельную независимую сборочную единицу между наконечниками и штуцером на штанге.

ЛИТЕРАТУРА

1. Багиров Б.М. Обоснование эффективной ширины захвата полевых опрыскивателей // Тезисы докладов ВАСХНИЛ. Баку, 1982. С. 17–18.
2. Məmmədov Z.V. Azərbaycan respublikasında kənd təsərrüfatı bitkilərinin zərərverici, xəstəlik və alaq otlarından mühafizəsinin aktual məsələləri, azetbmi-nin 50 illik yubileyinə həsr olunmuş elmi əsərlər məcmuəsi xıv cild, azərbaycan respublikası nazirliyi, aqrar elm mərkəzi, gəncə poliqrafiya asc., gəncə 2009, səh 32–39. (Мамедов З.В. Актуальные вопросы по защите растений от вредителей болезней и сорняков в Азербайджанской республике: научная статья // Научные работы посвящённые 50-летию АзНИИЗР. Гянджа, 2009. С. 32).
3. Məmmədov Z. V. əks klapanlı çiləyici ucluqun parametrlərinin tədqiqi və əsaslandırılması, elmi məqalə, adau-nun elmi əsərləri., gəncə 2017, № 2, 37 səh. (Мамедов З.В. Исследование и обоснование в опрыскивателях, параметров наконечников с обратным клапаном: научная статья // Научные работы АГАУ. Гянджа, 2017. № 2. С. 37.)
4. Bağırov B.M., Məmmədov Z.V. yeni əks klapanlı çiləyici ucluqların işinin tədqiqi, elmi məqalə, urbanizasiyalı sənayeləşmə şəraitində mədəni irsin və biomüxtəlifliyin qorunması, beynəlxalq elmi-praktik konfrans, 1 hissə., gəncə 2017, 119 səh. (Багиров Б.М., Мамедов З.В. Исследования работы нового наконечника с обратным клапаном в опрыскивателях: научная статья // Урбанизация в условиях индустриализации культурного наследия и защите биоразнообразия. Международная научно-практическая конференция: часть 1. Гянджа, 2017. С. 119.)
5. Məmmədov Z.V. Ucluqlarda itkilərin qarşısını alan eksperimental əksklapanın tarla tədqiqatların nəticələri Elmi xəbərlər, Azərbaycan Texnologiya Universiteti, Gəncə 2019. S. 81–86 (Мамедов З.В. Предотвращение потерь из наконечников опрыскивателя с помощью экспериментального обратного клапана и результаты его полевых исследований: научная статья // Азербайджанский Технологический Университет. Гянджа. Научные вести. 2019. № 1 (28). С. 81–86.)
6. Вялых В.А., Савушкин С.Н., Вялков В.Н. Нормативы по эксплуатации и техническому обслуживанию опрыскивающих машин // Защита растений. 2004. № 2. С. 54–56.
7. Свирщевский Б.С. Эксплуатация машинно-тракторного парка. - 3-е изд, перераб. М.: Государственное издательство сельскохозяйственной литературы,1968. 660 с.

REFERENCES

1. Bagirov B.M. Substantiation of the effective width of the field sprayers // Abstracts of reports. Baku, 1982. P. 17–18. (In Russ.)
2. Mammadov Z.V. Actual issues on the protection of plants from pests of diseases and weeds in the Azerbaijan Republic: scientific article // Scientific works dedicated to the 50th anniversary of AzNIIZR. Ganja, 2009. P. 32. (In Azerbaijan)
3. Mammadov Z.V. Research and justification in sprayers, parameters of tips with check valve: research Article // Scientific works of ASAU. Ganja, 2017. № 2. P. 37. (In Azerbaijan)
4. Bagirov B.M., Mammadov Z.V. Investigations of the operation of a new check valve tip in sprayers: research Article // Urbanization in the context of industrialization of cultural heritage and the protection of biodiversity. International Scientific and Practical Conference. Part 1. Ganja 2017. P. 119. (In Azerbaijan)
5. Mammadov Z.V. Prevention of losses from the tips of the sprayer using an experimental check valve and the results of its field studies: research Article // Azerbaijan Technological University. Ganja. Scientific news. 2019. №1 (28). P. 81–86. (In Azerbaijan)
6. Vyalykh V.A., Savushkin S.N., Vyalkov V.N. Standards for the operation and maintenance of spraying machines // Plant protection. 2004. № 2. P. 54–56. (In Russ.)
7. Svirshchevsky B.S. Operation of the machine and tractor fleet. 3rd ed., refined. M.: State Publishing House of Agricultural Literature 1968. 660 p. (In Russ.)