

УДК 631.372
ГРНТИ 55.57.29

DOI:10.24411/1999-6837-2019-12029

Хабардина А.В., аспирант;

ФГБОУ ВО «Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского»,
п. Молодежный, Иркутский район, Иркутская обл., Россия,
E-mail: AnnaHa3992@yandex.ru

ОБОСНОВАНИЕ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ МАСЛОЗАПРАВОЧНЫХ ВОРОНОК ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ТРАКТОРОВ

© Хабардина А.В., 2019

В научно-исследовательской литературе, касающейся технического обслуживания (ТО) машин, почти нет работ, посвященных обоснованию пропускной способности маслозаправочных воронок, что обусловлено, на наш взгляд, кажущейся простотой предмета исследования. Вместе с тем сегодня заправочные воронки в достаточном ассортименте и количестве представлены на рынке автосервиса. Однако они не находят широкого применения в практике ТО машин, в частности, их двигателей. Механизаторы используют различные подручные заправочные средства: ведра, канистры и пластиковые бутылки. Это объясняется отсутствием достаточной взаимоприспособленности: каждая маслозаливная горловина, как и каждая заправочная воронка, имеет не только свои установочные размеры, но и пропускную способность. Безусловно, это существенно влияет на экологическую и техническую безопасность, а также на технико-экономическую эффективность ТО машин. Так, если пропускная способность воронки больше пропускной способности заливной горловины, то неизбежен перелив масла в полость горловины и, как следствие, его пролив на почву. Если же пропускная способность воронки меньше пропускной способности горловины, то повышается продолжительность выполнения операций по доливке масла в двигатель и заправке картера двигателя маслом при его замене. В связи с этим возникает необходимость научного обоснования пропускной способности воронки для ТО двигателей тракторов. Решению данной проблемы и посвящена настоящая работа.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ОБСЛУЖИВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ, ОПЕРАЦИЯ, ВОРОНКА ЗАПРАВОЧНАЯ, ГОРЛОВИНА МАСЛОЗАПРАВОЧНАЯ, ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ, ИСПОЛЬЗОВАНИЕ, МАШИНА, ДВИГАТЕЛЬ.

UDC 631.372

DOI:10.24411/1999-6837-2019-12029

Khabardina A.V., Postgraduate Student;

Irkutsk State Agrarian University Named after A.A. Ezhevsky,
Molodezhnyi Settlement, Irkutsk, Irkutsk Region, Russia,
E-mail: AnnalHa3992@yandex.ru

RATIONAL CAPACITY OF OIL FILLING FUNNELS FOR TRACTOR ENGINES MAINTENANCE

Among the research literature concerning the maintenance of machines, there are almost no works devoted to the substantiation of the capacity of oil filling funnels. In our opinion this is due to the seeming simplicity of the subject of study. At the same time today filling funnels are presented in sufficient assortment and quantity on the market of car service. However, they are not widely used in the practice of machines maintenance, in particular their engines. Machine operators use a variety

of improvised refueling tools: buckets, cans and plastic bottles. This is due to the lack of sufficient mutual suitability: each oil filler neck like each filling funnel has not only its installation dimensions, but also the capacity. Of course, this significantly influence the environmental and technical safety, as well as the technical and economic efficiency of the machine maintenance. So if the capacity of the funnel is higher than the capacity of the filler neck, then the oil overflow into the cavity of the neck and, as a consequence, its spillage is inevitable. If the capacity of the funnel is lower than the capacity of the neck, then it prolongs the operations of adding oil to the engine and refilling the crankcase with oil. In this regard, there is a need for scientific substantiation of the capacity of the funnel for the tractor engines maintenance. This work is devoted to the solution of this problem.

KEYWORDS: MAINTENANCE, OPERATION, FILLING FUNNEL, OIL FILLER, CAPACITY, USE, MACHINE, ENGINE.

В научно-исследовательской литературе, касающейся технического обслуживания (ТО) машин, почти нет работ, посвященных обоснованию пропускной способности маслозаправочных воронок, что обусловлено, на наш взгляд, кажущейся простотой предмета исследования. Вместе с тем сегодня заправочные воронки в достаточном ассортименте и количестве представлены на рынке автосервиса. Однако они не находят широкого применения в практике ТО машин, в частности их двигателей [1, 2]. Механизаторы используют различные подручные заправочные средства, например: ведра, канистры и пластиковые бутылки. Это объясняется отсутствием достаточной взаимоприспособленности: каждая маслозаливная горловина, как и каждая заправочная воронка, имеет не только свои установочные размеры, но и пропускную способность. Безусловно, это существенно влияет на экологическую и техническую безопасность, а также на технико-экономическую эффективность ТО машин [3, 4, 5]. Так, если пропускная способность воронки больше пропускной способности заливной горловины, то неизбежен перелив масла в полость горловины и, как следствие, его пролив на почву. Если же пропускная способность воронки меньше пропускной способности горловины, то повышается продолжительность выполнения операций по доливке масла в двигатель и заправке картера двигателя маслом при его замене. В связи с этим возникает необходимость научного обоснования пропускной способ-

ности воронки для ТО двигателей тракторов. Решению данной проблемы и посвящена настоящая работа.

Задача исследования. Обосновать пропускную способность маслозаправочных воронок для ТО двигателей тракторов.

Объект исследования – процесс ТО машин.

Методика исследования. Работа выполнена в два этапа. Поскольку пропускная способность воронки не должна превышать пропускную способность маслозаливной горловины (во избежание перелива масла в горловину), то сначала была определена пропускная способность маслозаливных горловин двигателей, а затем – пропускная способность маслозаправочных воронок. В завершение на основе полученных экспериментальных данных были выполнены расчеты по обоснованию требуемой пропускной способности маслозаправочных воронок.

Методика определения пропускной способности маслозаливных горловин и маслозаправочных воронок заключалась в том, что через названные объекты поочередно пропускали один и тот же объем масла (10 л) и при этом фиксировали время истечения этого объема масла секундомером. После чего вычисляли пропускную способность названных объектов φ_o по формуле

$$\varphi_o = \frac{V_o}{T_o}, \quad (1)$$

где V_o , T_o – объем масла, пропущенный через объект, и время (продолжительность) его истечения.

На завершающем этапе по полученным экспериментальным данным был произведен расчет требуемой пропускной способности воронок. При определении этого параметра исходили из того, что во избежание перелива масла в маслозаливную горловину двигателя пропускная способность воронки φ_B (ее фильтра) не должна превышать пропускную способность горловины φ_G (тоже – ее фильтра):

$$\varphi_B < \varphi_G. \quad (2)$$

Принимая во внимание (2), можно записать:

$$\varphi_B = \varphi_G(1 - \eta_{BG}), \quad (3)$$

где η_{BG} – коэффициент, учитывающий допускаемое относительное (в долях единицы) снижение пропускной способности воронки по отношению к пропускной способности горловины. Например, при условии, что пропускная способность воронки должна быть ориентировочно на 15% меньше пропускной способности фильтра маслозаливной горловины двигателя, получим: $\eta_{BG} = 0,15$. При этом значение η_{BG} принимали как число, равное предельной относительной погрешности измерений [6]: для эксплуатационных условий – от 0,1 до 0,2. Исходя из этого, было принято: $\eta_{BG} = 0,15$.

Объекты испытаний: маслозаливные горловины двигателей (далее марки ДВС указаны в скобках) тракторов МТЗ-80 (Д-240), Агромаш-85ТК (Д-145Т), ДТ-75М (А-41) и К-701 (ЯМЗ-238), а также маслозаправочные воронки различных исполнений в количестве 6 штук.

Технические средства проведения эксперимента: заправочное (мерное) ведро на 10 л; канистра на 28 л с боковой горловиной под воронку – для заливки масла в двигатель и сбора масла, пропускаемого через воронку; ванна для масла, сливаемого из двигателя; ключи гаечные для отвинчивания пробок сливных отверстий; штангенциркуль для измерений параметров сетчатых фильтров; секундомер или часы с секундной стрелкой. Повторность измерений: не менее трех [6].

Статистическая обработка экспериментальных данных: на ПК в программе «Статистика».

Результаты и их обсуждение.

Для более полного понимания предмета нашего исследования предварительно было проведено обследование маслозаливных горловин двигателей и маслозаправочных воронок. В результате установлено, что каждая из горловин двигателей Д-240, Д-145Т, А-41 и ЯМЗ-238 оснащена собственным фильтром, каждый из которых имеет свою конструкцию, размеры и место установки. Кроме того, горловины могут быть выполнены съемными, например, на двигателях Д-240 и А-41, и несъемными – на Д-145Т и ЯМЗ-238, вертикальными (ЯМЗ-238), под углом к горизонту 45 град. (Д-240, Д-145Т) и 75 град. (А-41). Горловины имеют разные установочные размеры – глубину и внутренний диаметр, а также разные по исполнению и размерам сетчатые фильтры, которые в них установлены (рис. 1). Получается, что маслозаправочные горловины всех (в нашем случае – четырех) обследованных двигателей различны по многим конструктивным параметрам.



Рис.1. Примеры исполнения маслозаправочных горловин и фильтроэлементов в них:
слева направо – горловины двигателей Д-240 и А-41.

Теперь представим результаты обследования заправочных воронок для двигателей. Из рис. 2 следует, что каждая из шести воронок, так же, как и заправочные горловины двигателей, имеет сетчатые фильтры, причем разной конструкции и размеров. Например, площадь сетчатых фильтров воронок изменяется в пределах от 7,2 до 78,5

см². Поэтому можно полагать, что примерно таким же образом изменяется и их живое сечение и, следовательно, пропускная способность воронок.

На следующем этапе исследования была определена пропускная способность представленных выше маслозаправочных горловин и воронок.



Рис. 2. Маслозаливные воронки, имеющие площадь сетки, см²:
а – 10,2; б – 10,7; в – 12,6; г – 17,6; д – 23,8; е – 78,5.

Фрагмент экспериментальных исследований показан на рисунке 3, а результаты статистической оценки экспериментальных данных представлены в таблицах 1 и 2. Проанализируем их в дальнейшем.

Пропускная способность маслозаправочных горловин названных выше двигателей находится в пределах от 3,9 до 19,0 л/мин и в среднем составляет 11,4 л/мин (табл. 1). При этом наименьшее значение этого параметра – 3,9 л/мин – по двигателю А-41, наибольшее – 19,0 л/мин – по ЯМЗ-238. Для сравнения: пропускная способность заправочных воронок изменяется в

пределах от 0,31 до 2,07 л/мин, ее среднее значение – 1,0 л/мин (табл. 2). Относительная погрешность приведенных результатов не превышает 9% при доверительной вероятности 0,95. Получается, что средняя пропускная способность воронок более чем в 10 раз меньше средней пропускной способности горловин. Поэтому если использовать представленные воронки в комплектации с сетчатыми фильтрами, то переполнение масла в горловинах двигателей будет исключено, поскольку пропускная способность таких воронок значительно меньше пропускной способности горловин.

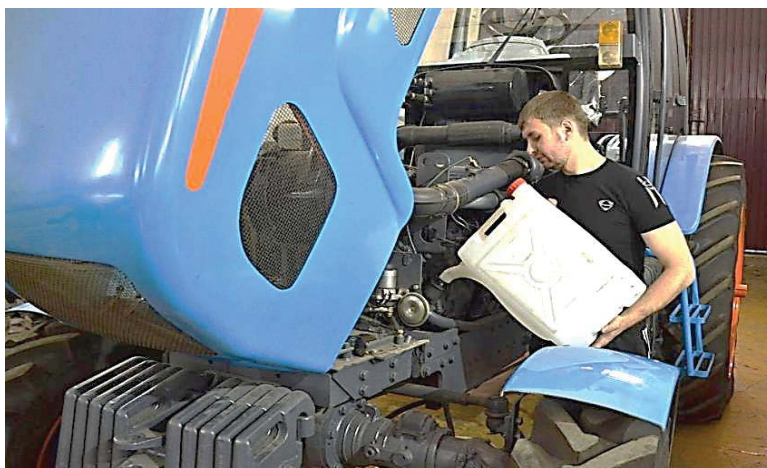


Рис. 3. Фрагмент экспериментального исследования по определению пропускной способности маслозаливной горловины двигателя Д-145Т (трактор Агромаш-85ТК)

Таблица 1

Статистические оценки определения пропускной способности маслозаливных горловин

Двигатель, на котором установлена горловина	Статистические оценки:				
	$\bar{X}$, л/мин	σ_x , л/мин	$m_H; m_B$, л/мин	$\Delta_{\bar{X}}$, л/мин	δ , %
Д-240	14,5	0,73	13,3; 15,8	1,25	8,6
Д-145Т	8,1	0,65	7,5; 8,8	0,65	8,0
А-41	3,9	0,18	3,7; 4,3	0,28	7,1
ЯМЗ-238	19,0	0,95	18,1; 20,0	0,95	5,0
Среднее значение пропускной способности маслозаливных горловин: 11,4 л/мин					

Таблица 2

Статистические оценки определения пропускной способности заправочных воронок

Воронки заправочные, различаемые по площади сетчатого фильтра S_B , см ²	Статистические оценки:				
	$\bar{X}$, л/мин	σ_x , л/мин	$m_H; m_B$, л/мин	$\Delta_{\bar{X}}$, л/мин	δ , %
1. Воронка по рис. 4.12а, $S_B = 10,2$	0,58	0,02	0,55; 0,61	0,03	5,2
2. Воронка по рис. 4.12б, $S_B = 10,7$	1,1	0,05	1,01; 1,2	0,01	8,6
3. Воронка по рис. 4.12в, $S_B = 12,6$	0,31	0,01	0,29; 0,33	0,02	6,5
4. Воронка по рис. 4.12г, $S_B = 17,6$	0,75	0,03	0,71; 0,82	0,06	7,3
5. Воронка по рис. 4.12д, $S_B = 23,8$	1,04	0,03	1,0; 1,1	0,05	4,8
6. Воронка по рис. 4.12е, $S_B = 78,5$	2,07	0,07	1,99; 2,22	0,12	5,6

Среднее значение пропускной способности заправочных воронок: 1,0 л/мин

Однако при этом возникает другая проблема: повышение продолжительности выполнения операций по доливке масла в кар-

тер и заправке его свежим маслом. Так, расчеты показывают, что при использовании воронок со средней существующей про-

пусковой способностью (1 л/мин) продолжительность операций по доливке масла в двигатель и по заправке его маслом увеличивается в 9 раз в сравнении с применением воронки с пропускной способностью, равной пропускной способности маслозаливных горловин (табл. 3). В связи с этим в практике воронки с сетчатыми фильтрами

не используют: перед их применением удаляют фильтры, которые и ограничивают пропускную способность. В результате пропускная способность воронок увеличивается настолько, что она превышает пропускную способность горловин, а это неизбежно приводит к переполнению их маслом и, следовательно, – к проливу масла.

Таблица 3

Продолжительность выполнения операций по доливке масла в двигатель от нижней до верхней меток на масломере и его заправке маслом при использовании воронок со средней существующей пропускной способностью и равной пропускной способности горловины

Двигатель и пропускная способность его маслозаливной горловины, л/мин (в скобках)	Объем масла на долив, л	Заправочная емкость, л	Продолжительность операций (в числителе и знаменателе – при использовании воронки со средней существующей пропускной способностью и равной пропускной способности горловины), мин:	
			по доливке масла в двигатель	по заправке двигателя маслом при его замене
Д-240 (14,5)	3,2	15	3,2 0,2	15 1,0
Д-145Т (8,1)	2,8	11	2,8 0,3	11 1,4
А-41 (3,9)	3,1	22	3,1 0,8	22 5,6
ЯМЗ-238 (19,0)	9,3	58	9,3 0,5	58 3,1
Среднее по двигателям значение продолжительности операций			4,6 0,5	26,5 2,8

Примечание. Продолжительность операций вычислена путем деления объема масла на долив и заправочной емкости соответственно на среднюю существующую, равную 1,0 л/мин (табл. 2), и достаточную пропускную способность воронки, принятую равной пропускной способности горловины по каждой марке двигателя (табл. 2)

Во избежание перелива масла в маслозаливную горловину двигателя пропускная способность воронки φ_B (ее фильтра) не должна превышать пропускную способность горловины φ_G (тоже ее фильтра) – (2)-(3). Тогда в соответствии с (3) при известном из табл. 1 значении φ_G и заданном коэффициенте снижении пропускной способности воронки по отношению к пропускной способности горловины η_{BG} , равном 0,15, представляется возможным получить требуемую пропускную способность воронок для двигателей по табл. 1 и соответствующие им данные по продолжительности выполнения заправочных операций. Результаты вычислений представлены в табл. 4, из которых следует, что пропускная способность воронок для двигателей Д-240, Д-145Т, А-41 и ЯМЗ-238 должна находиться в пределах от 3,3 до 16,2 л/мин, что позволит предотвратить перелив масла в горловину и, следовательно, его попадание

в почву, а также выполнять операции по доливке масла в двигатель и его заправке при замене масла при наименьшей продолжительности – соответственно: от 0,3 до 0,9 и от 1,2 до 6,7 мин. Конструктивно указанная пропускная способность воронок должна быть обеспечена их свободной (концевой) частью трубок, то есть пропускная способность сетчатых фильтров, расположенных в полостях воронок, должна быть больше пропускной способности трубок.

В завершение следует отметить, что сегодня в нашей стране находится в эксплуатации более 50 марок тракторов. Разумеется, что в данной ситуации промышленный выпуск воронок для каждой марки двигателя не представляется возможным. Отсюда возникает необходимость создания универсальной воронки с возможностью регулирования ее пропускной способности в пределах от 3,3 до 16,2 л/мин (табл. 4). Практически этот предел может быть принят равным от 2 до 20 л/мин.

Таблица 4

Расчетные значения пропускной способности воронок и продолжительности выполнения операций по доливке масла в двигатель от нижней до верхней меток на маслoměре и его заправки маслом

Двигатель, на котором установлена горловина	Пропускная способность горловины двигателя φ_{Γ} , л/мин (по табл. 1)	Коэффициент снижения пропускной способности воронки, $\eta_{ВГ}$	Расчетная (требуемая) пропускная способность воронок $\varphi_{В}$, л/мин (по формуле (3))	Расчетная продолжительность операций, мин:	
				по доливке масла в двигатель	по заправке двигателя маслом при его замене
Д-240	14,5	0,15	12,3	0,3	1,2
Д-145Т	8,1	0,15	6,9	0,4	1,6
А-41	3,9	0,15	3,3	0,9	6,7
ЯМЗ-238	19,0	0,15	16,2	0,6	3,6

Примечание – Продолжительность операций вычислена по аналогии с таблицей 3 и при использовании данных, представленных в этой таблице

Выводы.

1. Маслoзаливные горловины современных тракторных двигателей и имеющиеся в практике маслoзаправочные воронки для них не отвечают требованиям взаимоприспособленности по многим параметрам, в том числе и по пропускной способности. Так, средняя пропускная способность воронок более чем в 10 раз меньше средней пропускной способности горловин, что исключает переполнение горловин маслом и его истечение на почву, но при этом продолжительность операций по доливке масла в двигатель и по заправке его маслом увеличивается в 9 раз в сравнении с применением воронки с пропускной способностью, равной пропускной способности маслoзаливных горловин. В связи с этим применение на практике имеющихся воронок с низкой пропускной способностью не приемлемо.

2. Установлено, что пропускная способность воронок для обслуживания двигателей Д-240, Д-145Т, А-41 и ЯМЗ-238 должна находиться в пределах от 3,3 до 16,2 л/мин, что позволит предотвратить перелив масла в горловину и, следовательно, его попадание в почву, а также выполнять операции по доливке масла в двигатель и его заправке при замене масла при наименьшей продолжительности – соответственно: от 0,3 до 0,9 и от 1,2 до 6,7 мин.

3. Поскольку решение проблемы взаимоприспособленности горловин двигателей и воронок не представляется возможным за счет промышленного выпуска воронок для каждой марки двигателя (в связи с многомарочностью тракторов, находящихся в эксплуатации), то возникает необходимость создания универсальной воронки с возможностью регулирования ее пропускной способности в пределах от 2 до 20 л/мин.

Список литературы

1. Хабардин, В.Н. Новые сливные устройства для технического обслуживания машин, методика и результаты их экспериментального исследования / В.Н. Хабардин, М.В. Чубарева, Н.О. Шелкунова, Т.Л. Горбунова, С.С. Луговнин // Достижения науки и техники в АПК. - 2013. - № 9. – С. 70-72.
2. Хабардина, А.В. Смазочно-заправочные операции обслуживания машин и технические средства их выполнения в полевых условиях / А.В. Хабардина, В.Н. Хабардин, М.В. Чубарева // Вестник ИрГСХА. – 2017. – Вып. 78. – С. 164-174.
3. Хабардин, В.Н. Современные направления развития технического обслуживания машин / В.Н. Хабардин // Техника в сельском хозяйстве. - 2009. – № 5. – С. 28-30.
4. Хабардина, А.В. Особенности развития технического обслуживания машин в современных условиях / А.В. Хабардина, М.В. Чубарева, Н.В. Чубарева, Т.Л. Горбунова, Н.В. Степанов // Вестник ИрГСХА. – 2016. – Вып. 74. – С. 137-147.

5. Хабардин, В.Н. Условия труда, качество и эффективность технического обслуживания машин в поле / В.Н. Хабардин, А.В. Хабардина, Н.В. Чубарева, М.В. Чубарева, Т.Л. Горбунова // Естественные и технические науки. – 2016. – № 2. – С. 153–163.

6. Шаповалова, Л.Н. Погрешности измерений физических величин (методические указания по обеспечению достоверности обработки результатов испытаний) - под ред. И.Ф. Белого: науч.-метод. изд. – Москва: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. – 72 с.

Reference

1. Habardin, V.N., Chubareva, M.V., Shelkunova, N.O., Gorbunova, T.L., Lugovnin, S.S. Novye slivnye ustrojstva dlya tekhnicheskogo obsluzhivaniya mashin, metodika i rezul'taty ih eksperimental'nogo issledovaniya (New Drain Devices for Maintenance of Machines, Methods and Results of Their Experimental Studies), *Dostizheniya nauki i tekhniki v APK*, 2013, No 9, PP. 70-72.

2. Habardina, A.V., Habardin, V.N., Chubareva, M.V. Smazочно-zapravочные операции обслуживания машин и технические средства их выполнения в полевых условиях (Lubrication and Filling Operations of Maintenance of Machines and Technical Facilities of Their Performance in the Field), *Vestnik IrGSKHA*, 2017, Vyp. 78, PP. 164-174.

3. Habardin, V.N. Sovremennye napravleniya razvitiya tekhnicheskogo obsluzhivaniya mashin (Modern Trends in the Development of Machine Maintenance), *Tekhnika v sel'skom hozyajstve*, 2009, No 5, PP. 28-30.

4. Habardina, A.V., Chubareva, M.V., Chubareva, N.V., Gorbunova, T.L., Stepanov, N.V. Osobennosti razvitiya tekhnicheskogo obsluzhivaniya mashin v sovremennykh usloviyakh (Features of Development of Maintenance of Cars under Modern Conditions), *Vestnik IrGSKHA*, 2016, Vyp. 74, PP. 137-147.

5. Habardin, V.N., Habardina, A.V., Chubareva, N.V., Chubareva, M.V., Gorbunova, T.L. Usloviya truda, kachestvo i effektivnost' tekhnicheskogo obsluzhivaniya mashin v pole (Working Conditions, Quality and Efficiency of Machine Maintenance in the Field), *Estestvennye i tekhnicheskie nauki*, 2016, No 2, PP. 153–163.

6. Shapovalova, L.N. Pogreshnosti izmerenij fizicheskikh velichin (metodicheskie ukazaniya po obespecheniyu dostovernosti obrabotki rezul'tatov ispytaniy) (Measurement Errors of Physical Quantities (Guidelines to Ensure the Reliability of the Test Results)), pod red. I.F. Belogo, nauch.-metod. izd., Moskva: FGBNU «Rosinformagrotekh», 2018, 72 p.