

УДК 656.1.065.7

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ШЛАНГОВЫХ МОЕЧНЫХ МАШИН

И.И. Хилько, к.т.н., доцент, Д.П. Соболев, инженер, Ю.А. Клёсс, студент
*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь*

Дана оценка энергоэффективности современных высоконапорных шланговых моечных машин, предложены технические решения по рабочему органу и сменным адаптерам, повышающим технический уровень и расширяющим технологические возможности указанных машин.

Введение

Мойка является важным технологическим процессом в системе технической эксплуатации сельскохозяйственных машин и оборудования, оказывающим большое влияние на качество, культуру и безопасность их обслуживания и ремонта. Однако до сих пор она остается далеко не совершенным технологическим процессом, требующим на свою реализацию больших расходов воды, энергии, труда и в том числе на очистку сточных вод, что объясняется рядом причин [1,2,3]. По мнению авторов наиболее распространенным путем достижения прогресса в данной технологии является создание новой конструкции рабочего инструмента, использующего принцип “вращающихся струй” и гидродинамической кавитации с возможностью оперативного управления основными параметрами рабочего процесса без его остановки при максимально высоком КПД процесса преобразования энергии давления воды, создаваемой насосом, в кинетическую энергию струи.

Основная часть

В Республике Беларусь до недавнего времени ОАО «Оршаагропромаш» и РУП «Волковысский завод литейного оборудования» выпускали машины моечные ОМ – 5361 и ММ – 140, ММ – 2П, ММ – 6П соответственно. Сейчас их производство, не выдержав конкурентную борьбу с фирмами Германии и Италии свернуто, а стратегически важный сегмент рынка моечного оборудования отдан иностранным производителям.

Более успешной стала фирма «Limens» г. Минск, наладившая производство моечного оборудования на базе комплектующих ведущих фирм, представив на рынке достаточно широкий спектр моечных машин. В таких условиях важно оценить технический уровень закупаемого оборудования и наметить пути повышения конкурентоспособности отечественного.

На первом этапе проводимых нами исследований были проведены расчеты полного коэффициента полезного действия моечных установок, представленных на рынке Республики Беларусь по методике [1].

$$\eta_n = \frac{N_n}{N}, \quad (1)$$

где: N_n – полезная мощность насосной установки, кВт;

N – установленная мощность электропривода, кВт.

В свою очередь полезную мощность рассчитывали по формуле:

$$N_n = P_n \cdot Q_n, \quad (2)$$

где: P_n – давление развиваемое насосом, МПа;

Q_n – подача насоса, м³/с.

Воспользовавшись формулами 1, 2 и паспортными данными на моечные установки были рассчитаны их полные КПД, соответствующие максимальной подаче и давлению воды.

Результаты расчетов представлены в таблице. Из них следует, что полный КПД импортных моечных установок колеблется в широких пределах от 0,53 до 0,83, что значительно ниже общепринятых 0,85...0,92 [1]. По нашему мнению такой низкий КПД можно объяснить высокой форсированностью гидравлических насосов установок по давлению и частоте вращения (1400...2800 мин⁻¹), а также несовершенством конструкций используемых рабочих органов (насадков).

По имеющимся данным [2, 3] насадок представляет собой устройство, преобразующее потенциальную энергию давления в кинетическую энергию струи. Чем выше КПД такого процесса, тем больше кинетическая энергия струи, которая расходуется на выполнение работы по отделению и удалению загрязнений с поверхностей машин.

Нами было принято допущение характеризовать КПД насадка посредством коэффициента расхода насадка, рассчитываемого по формуле:

$$\mu = \frac{Q}{Q_T}, \quad (3)$$

где: Q – действительный расход жидкости, м³/с;

Q_T – теоретический расход жидкости, м³/с.

Таблица 1 – Техническая характеристика импортных моечных машин

Технические параметры	Марки моечных машин				
	HD-715	HD1000SL	HD1040B	HD9/204M	HD1050B
Подача воды, л/ч	700	840	850	900	930
Давление, бар	60	130	210	200	230
Мощность привода, кВт	4	5,6	8,0 бензин	7,0	9,75 бензин
Полезная мощность, кВт	3,04	2,99	4,95	5,0	5,29
Полный КПД, %	76	53,3	61	71,4	54,2

Таблица 2 – Параметры импортных моечных машин

Технические параметры	Марки моечных машин				
	HDS551Ew	HDS698CEw	HDC798C	HDS801E	HDS1000DE
1	7	8	9	10	11
Подача воды, л/ч	550	650	750	700	900
Давление, бар	140	160	180	150	200
Мощность привода, кВт	3,2	4,5	5,6	5,6	7,4
Полезная мощность, кВт	2,12	2,88	3,6	3,0	5,0
Полный КПД, %	66,2	64,0	64,2	53,5	67,5

Технические параметры	Марки моечных машин				
	HDS1195SEw	HDS2000S	DS2640T4	DS3180	DSPL2880 T
1	12	13	14	15	16
Подача воды, л/ч	1200	1850	780	1300	1300
Давление, бар	180	180	180	220	170
Мощность привода, кВт	8,2	13,4	5,3	9,5	8
Полезная мощность, кВт	5,94	9,18	3,88	7,92	5,78
Полный КПД, %	72,4	68,5	73,2	83,3	72,2

Технические параметры	Марки моечных машин				
	G1500T	Elite1910M	Elite2840T	DPL3060T	X5DS3670T
1	17	18	19	20	21
Подача воды, л/ч	500	600	780	960	1000
Давление, бар	150	130	190	215	250
Мощность привода, кВт	2,7	3,0	5,3	7,0	9,5
Полезная мощность, кВт	2,07	2,08	4,1	5,7	6,92
Полный КПД, %	76,6	69,3	77,3	81,4	72,0

Из имеющихся данных [3] следует, что для конически сходящихся насадков μ может изменяться в пределах 0,82...0,946, а для коноидальных от 0,96...0,98. В тоже время в расчетах для маловязких жидкостей как вода и др. принимается осредненное значение $\mu = 0,62$. Тем самым признается возможность необоснованно высоких потерь энергии при преобразовании энергии давления жидкости в кинетическую энергию струи.

Нами был изготовлен брендспойт, оснащенный конически сходящимся насадком, формирующим компактную с большой дальностью выброса струю. Такие параметры струи подтвердили возможность повышения ее энергонасыщенности, но в тоже время стало ясно, что такая струя как инструмент очистки поверхностей машины не всегда пригодна для работы на посту мойки.

В этой связи была поставлена задача сохранить высоким запас кинетической энергии в струе и придать ей легко трансформируемую форму пригодную для мойки поверхностей с различной степенью загрязненности.

Основная идея сохранения кинетической энергии струи поясняется следующим математическим выражением [4]:

$$E_k = \frac{mV^2}{2} + I \frac{\omega^2}{2}, \quad (4)$$

где: m – масса движущегося потока жидкости в струе, кг;

V – скорость движения частиц воды вдоль оси струи, м/с.

I – момент инерции вращающегося потока жидкости в струе, кг·м²

ω – угловая скорость вращения струи, рад/с.

Из данного математического выражения следует, что сохранение запаса кинетической энергии в струе возможно при наложении вращательного движения, что в свою очередь позволяет регулировать угол ее распыления.

Данная идея была материализована в конструкции брендспойта, на которую получен патент [5]. Опытный образец такого брендспойта с конически сходящимся насадком диаметром менее 1,8 мм позволил получать струю с диапазоном угла распыления от минимального (рис. 1) до максимального представленного на рис. 2. Регулирование угла распыления плавное и обеспечивается рукояткой управления с малым углом поворота. Такая технологическая возможность брендспойта позволяет проводить эффективно мойку крупногабаритной сельскохозяйственной, строительной и военной техники с высокой степенью загрязненности поверхностей.



Рисунок 1 - Форма струи с минимальным углом распыления
($d_n=1,8\text{мм}$, $p \geq 12\text{МПа}$)



Рисунок 2 - Форма струи с максимальным углом распыления
($d_n=1,8\text{мм}$, $p\geq 12\text{МПа}$)

Общий вид опытного образца брендспойта и адаптеров к нему представлен на рис. 3.

На втором этапе исследований была выдвинута идея создания адаптера-турбофрезы с регулируемой частотой вращения насадки – волчка. Являясь весьма эффективным инструментом для удаления прочносвязанных загрязнений компактной струей высокого давления она имела серьезный недостаток, который заключался по нашему мнению в отсутствии возможности регулирования частоты вращения насадки – волчка при постоянно высоком давлении. В известных устройствах это можно было делать только регулированием давления у насадка или расхода воды. Такая система регулирования имеет серьезный недостаток, проявляющийся в резком изменении параметров технологического процесса. Этот недостаток устранен в предложенной новой конструкции турбофрезы, где регулирование частоты вращения насадки – волчка происходит при первоначально заданном давлении и расходе воды. Ее конструкция защищена патентом на изобретение [6].

Указанный адаптер рекомендуется использовать для удаления прочносвязанных загрязнений с полов, стен, крыши и других поверхностей производственных объектов.

В качестве еще одного адаптера предложена конструкция многоструйной насадки, обеспечивающей режим гидродинамической кавитации в потоке выбрасываемой соплами воды. Область применения такой насадки это мойка и дезинфекция машин и оборудования в животноводстве и птицеводстве, а также молочного и другого оборудования в переработке. Есть основания полагать об эффективности его применения при подготовке поверхностей машин и окраске, а также дегазации и дезактивации специальной техники.

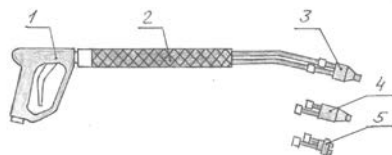


Рисунок 3 - Общий вид брандспойта и сменных адаптеров к нему:

1- рукоятка с запорным клапаном; 2 - ствол; 3- насадок для формирования вращающейся струи с регулируемым углом распыления (патент (ВУ) №16761 «Брандспойт» УО «БГАТУ» 2010.08.05); 4 - турбофреза с регулируемой частой вращения волчка – насадка (патент (ВУ) №17517 «Гидрофреза» УО «БГАТУ» 2011.04.14); 5 – многоструйная насадка с истечением жидкости в режиме гидродинамической кавитации

Проведенные производственные испытания брандспойта с коническими сходящимся соплом подтвердили в целом правильность принятых технических решений. Отмечено заметное снижение концентрации мелкодисперсной водяной пыли в зоне работы мойщика. Известно [7], что высокая концентрация водяной пыли является крайне вредным производственным фактором. Было внесено предложение по уменьшению массы инструмента. Конструкция брандспойта доработана, а его масса снижена до 2,4 кг. Используя серийную моечную машину фирмы Kärcher, укомплектованную опытным образцом брандспойта с регулируемым углом распыления при мойке ряда сельхозмашин (плуги, сеялки, культиваторы, тракторные прицепы и др.) было достигнуто снижение времени их мойки в пределах 10...15%. Адекватно сократилось и потребление электроэнергии.

Заключение

Современные высоконапорные шланговые моечные установки характеризуются низким уровнем энергоэффективности и их полный гидравлический КПД колеблется в пределах от 53,3 до 83,3%. Предложена качественно новая конструкция рабочего органа (брандспойта) с набором адаптеров не только повышающих энергоэффективность, но и расширяющих технологические возможности шланговых моечных машин. Это стало возможным благодаря использованию принципа «вращающихся» струй и явления гидродинамической кавитации.

УО «БГАТУ» может передать свои разработки заинтересованным организациям на условиях лицензионного договора.

Литература

1. Лепешкин, А.В. Гидравлика и гидропривод [Текст]: монография, часть 2. – Москва: МГИУ, 2005. – 292 с.
2. В.Ф. Медведев, В.Ф. Гидравлика и гидравлические машины [Текст]: монография, – Минск: Высшая школа. 1998. – 315 с.

3. Башта, Т.М. Гидравлика. [Текст]: монография, – Москва: Машиностроение. 1970. – 438 с.
4. Костко, О.К. Универсальный справочник по физике [Текст]: монография, – Минск: Лист, 2003. – 265 с
5. Патент на изобретение №17517 «Гидрофреза» УО «БГАТУ» 2011.08.05
6. Патент на изобретение №16761 «Брандспойт» УО «БГАТУ»
7. Устройство для безопасной очистки техники[Текст]/ М.В. Латышенко [и др.]/ «Техника в сельском хозяйстве»/ – 2011. – № 6. – С. 16-17.

Abstract

The article evaluates the energy-efficiency of modern rod washing machines of high pressure. The author develops the technical solutions to the working component and removable adapter that raise the technical level and broaden technical opportunities of these machines.

УДК 631.3 (075.8)

ОЧИСТКА ДВИГАТЕЛЯ И ЕГО ДЕТАЛЕЙ ПРИ РЕМОНТЕ

**В.В. Мирутко, к.т.н., доцент, А.В. Бодилковский, к.т.н., доцент,
А.В. Бутрим, студент, Ю.А. Клесс, студент**

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь*

В статье обоснована комбинированная схема очистки двигателя и его деталей на основе гидродинамической очистки высоконапорным аппаратом с комплектом специальных адаптеров и биоразлагаемых технических моющих средств.

Введение

Очистка двигателя и его деталей от загрязнений – один из важнейших факторов, влияющих на ресурс отремонтированного двигателя. От совершенства технологии и моечных установок зависят качество очистки изделий, производительность труда, культура производства, безошибочный контроль, дефектация деталей и в конечном счете себестоимость как процесса очистки, так и всего ремонта двигателя в целом. Очистные работы по двигателю и его деталям остаются наиболее трудоемкими, малоэффективными и экологически небезопасными. Некачественная очистка блоков цилиндров и их головок от нагара и накипи приводит к снижению эффективной мощности двигателей на 5-8%, увеличению расхода горюче-смазочных материалов на 10-20%. Из-за некачественной очистки деталей в процессе сборки дизелей послеремонтный ресурс снижается на 25-30% [1].