

1. Миклуш В. П., Сайганов А.С. Организация технического сервиса в агропромышленном комплексе: Минск : ИВЦ Минфина, 2004. – 607 с.
2. Ивашко В.С., Круглый П.Е., Миленский В.С. и др., Организация производственного процесса на авторемонтном предприятии. Изобретатель №2 (170), 2014. Ежемесячный научно-практический журнал ГКНТ НАН Беларуси. – Минск, 2014, с.46-48.
3. Технический сервис машин и основы проектирования / М.И. Юдин, М.Н. Кузнецов и др. – Краснодар : Кубань, 2007. – 968с.
4. Миклуш В. П., Тарасенко В.Е., Круглый П.Е. Организация технического сервиса. – Минск : БГАТУ, 2016. – 128с.
5. Практикум по организации ремонтно-обслуживающего производства в АПК / В. П. Миклуш, П.Е. Круглый, А.К. Трубилов. – Минск : БГАТУ, 2003. – 276 с.

УДК 621

## **МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПНЕВМОГИДРАВЛИЧЕСКОГО НАСОСА ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ К УСТАНОВКЕ ОКРАСКИ БЕЗВОЗДУШНЫМ РАСПЫЛЕНИЕМ**

*Студенты – Богданович А.И., 28 тс, 4 курс, ФТС;*

*Вакульчик Е.А., 28 тс, 4 курс, ФТС*

*Научные руководители – Хилько И.И., к.т.н., доцент;*

*Рогожинский С.Н., ассистент*

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

Ремонтно-обслуживающее производство характеризуется большим разнообразием используемых технологических процессов, нуждающихся в современном высокопроизводительном и безопасном оборудовании и инструменте. К их числу относятся пневмогидравлические насосы дифференциального действия, обладающие уникальными показателями назначения: пожаро- и взрывобезопасностью, компактностью, надёжностью, способностью к саморегулированию и др. Благодаря этому их применяют в установках окраски безвоздушным распылением [1].

Общее устройство пневмогидравлического насоса дифференциально действия представлено на рисунке 1.

К основанию насоса сверху крепится пневмоцилиндр с установленным на нём пневмораспределителем, а снизу, с помощью шпилек,

закреплён гидравлический плунжерный насос дифференциального действия. Данное устройство работает следующим образом. Сжатый воздух от компрессора с помощью пневмораспределителя направляется в пневмоцилиндр, либо в надпоршневое пространство смещая поршень сверху-вниз, либо в подпоршневое пространство смещая поршень пневмоцилиндра вверх. В верхней и нижней мёртвых точках пневмораспределитель обеспечивает быстрое изменение направления подачи сжатого воздуха и поршень пневмоцилиндра может совершать возвратно-поступательное движение. Так как шток пневмоцилиндра соединён со штоком гидроцилиндра, последний синхронно совершает подобные движения, перемещая поршень по гидроцилиндру. Рабочий процесс гидронасоса поясняется схемой, представленной на рисунке 2.

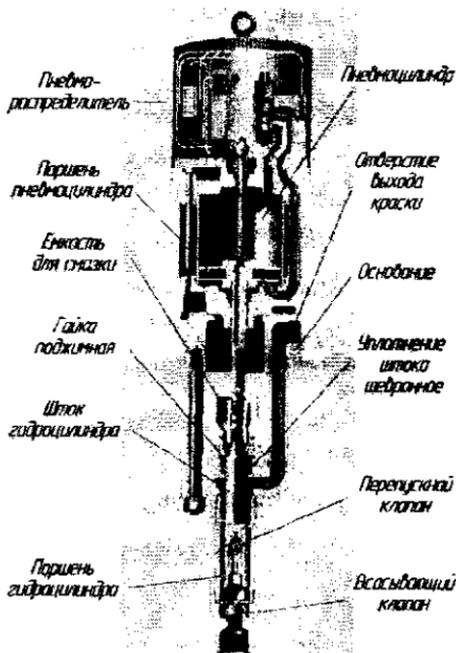
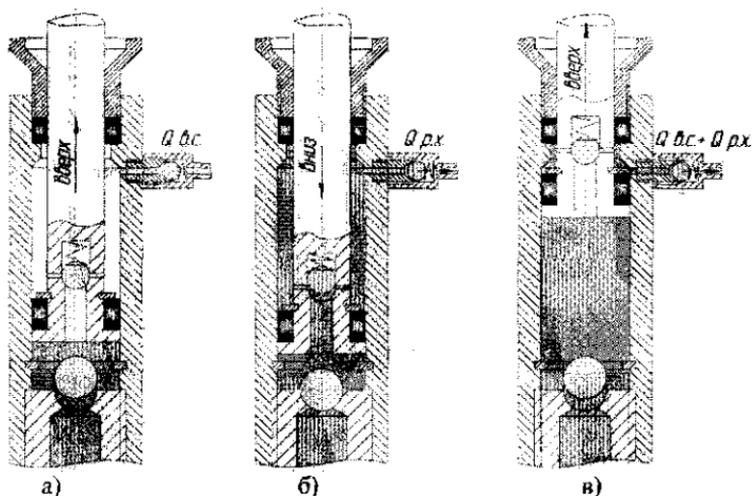


Рисунок 1 – Пневмогидравлический насос установки окраски безвоздушным распылением

При движении штока с поршнем гидроцилиндра снизу-вверх (см. рисунок 2, а) перепускной клапан закрывается и в подпоршневом пространстве создается разрежение, вызывающее открытие всасывающего клапана, через который идет заполнение гидроци-

линдра распыляемым материалом. При последующем движении поршня сверху-вниз всасывающий клапан закрывается (см. рисунок 2, б) и распыляемый материал, под давлением поршня, устремляется через перепускной клапан в кольцевой зазор между штоком и гидроцилиндром, а оставшаяся его часть направляется к окрасочному пистолету на распыление. Перемещение поршня гидроцилиндра снизу-вверх (см. рисунок 2, в) приводит к вытеснению распыляемого материала из кольцевого зазора к окрасочному пистолету, а подпоршневое пространство заполняется его новой порцией.



а) всасывание (ход поршня вверх);

б) рабочий ход (ход поршня вниз). Подача распыляемого материала к пистолету за счёт его вытеснения из подпоршневого пространства в кольцевой зазор между штоком и гильзой;

в) всасывание + рабочий ход (ход поршня вверх). Вытеснение распыляемого материала из кольцевого зазора и его всасывание в подпоршневое пространство.

Рисунок 2 – Схема работы дифференциального поршневого насоса

Работа насоса применительно к процессу окраски считается удовлетворительной, если обеспечивается постоянство давления нагнетания краски при ходе поршня как вверх, так и вниз.

Расчёт пневмогидравлического насоса рекомендуется проводить в следующей последовательности.

Вначале определяем условия, при которых обеспечивается заданная производительность насоса  $Q_H$ , мм<sup>3</sup>/мин, рассчитываемая по формуле 1

$$Q_H = \frac{\pi D_{ГЦ}^2}{4} L n_{Ц} k, \quad (1)$$

где  $D_{ГЦ}$  - диаметр гидроцилиндра, мм;

$L$  - длина хода поршня гидронасоса, мм;

$n_{Ц}$  - число двойных ходов поршня гидронасоса, мин<sup>-1</sup>;

$k$  - коэффициент запаса по производительности насоса, принимается равным 1,1...1,2.

Преобразовав формулу 1 и подставив численные значения  $Q_H$ ,  $H$  и  $n_{Ц}$  рассчитываем диаметр гидроцилиндра по следующему выражению:

$$D_{ГЦ} = \sqrt{\frac{4kQ_H}{\pi L n_{Ц}}}. \quad (2)$$

Расчётное значение диаметра гидроцилиндра следует округлить до стандартного размера, численное значение которого следует выбрать из ряда 22, 24, 25, 26, 28, 30, 32, 34, 36 мм, что соответствует наружному диаметру шевронных многорядных уплотнений по ГОСТ 9041. По принятому стандартному диаметру гидроцилиндра можно провести уточнение производительности и, при необходимости, скорректировать её изменением величины хода поршня или числа двойных ходов насоса.

Далее определяем диаметр штока  $D_{Ш}$ , мм, гидроцилиндра по формуле 3 [2].

$$D_{Ш} = \frac{D_{ГЦ}}{\sqrt{2}} \gamma, \quad (3)$$

где  $D_{ГЦ}$  - диаметр гидроцилиндра, мм;

$\gamma = 1,1$  - коэффициент, учитывающий соотношение усилий на штоке пневмоцилиндра при его выдвигении и втягивании.

Расчётное значение  $D_{Ш}$  округляется до стандартного размера 10, 12, 13, 14, 16, 18, 20, 22, 24 мм и определяется значение площади поперечного сечения по формуле

$$S_{Ш} = \frac{\pi D_{Ш}^2}{4}, \quad (4)$$

где  $D_{ш}$  – диаметр штока гидроцилиндра, мм.

Далее определяем расчётное усилие на штоке гидроцилиндра  $F_p$  при заданном значении давления нагнетания краски

$$F_p = PS_{ш}k, \quad (5)$$

где  $P$  – давление нагнетания краски, МПа;

$S_{ш}$  – площадь поперечного сечения штока, мм<sup>2</sup>;

$k = 1.3$  – коэффициент, учитывающий потери на трение в уплотнениях гидроцилиндра.

Для заданного давления воздуха в пневмосистеме и известных величинах усилия на штоке пневмоцилиндра, выбираем его диаметр, соблюдая условие  $F_p > F_{BT}$  [3].

Далее проводим проверочный расчёт пневмогидравлического насоса на его способность обеспечить равенство давления подаваемой краски при прямом и обратном ходе по выражению

$$\frac{F_{ВД}}{kS_{ш}} = \frac{F_{ВГ}}{k\left(\frac{\pi D_{ГЦ}^2}{4} - S_{ш}\right)}. \quad (6)$$

Если равенство не соблюдается и погрешность более 5 % необходима корректировка диаметра гидроцилиндра. При этом допускается использовать его нестандартное значение с отклонением в пределах  $\pm 1,0$  мм от стандартного,

где  $F_{ВД}$  – усилие на штоке пневмоцилиндра при выдвигании, Н;

$F_{ВГ}$  – усилие на штоке пневмоцилиндра при втягивании, Н;

$k = 1.3$  – коэффициент учитывающий потери на трение в уплотнениях гидроцилиндра.

#### Список использованных источников

1. Лакокрасочные покрытия. Технология и оборудование. Справ. изд./ А.М. Елисаветский и др. / под ред. А.М. Елисаветского. М.: Химия 1992 - 416 с.
2. Установка для окраски изделий методом безвоздушного распыления: пат. 2216 Республика Беларусь, В05В13/00, В05В9/03/ И.И. Хилько; заявитель Бел. агр. техн. ун-т. – № 1175; заявл. 15.12.1995; опубл. 30.09.1998 // Афіцыйны бюл./ Нац. цэнтр інтэлектуальнай уласнасці. – 1998. – №3.
3. Ануриев, В.И., Справочник конструктора-машиностроителя: в 3-х т.: 8-е изд., перераб. и доп. Под ред. И.Н. Жестковой. М., Машиностроение, 2001