

XIII MIĘDZYNARODOWE KOŁOKWIUM  
"MODELE W PROJEKTOWANIU I KONSTRUOWANIU MASZYN"  
13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON  
"MODELS IN DESIGNING AND CONSTRUCTIONS OF MACHINES"  
25-28.04.1989 ZAKOPANE

Ю.П. Мисюк, А.И. Смелягин  
Кафедра прикладной механики  
Новосибирский электротехнический институт, СССР

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО КРАСКОПУЛЬТА

Приведены описание и принцип действия краскопульта с однообмоточным электромагнитным двигателем. Показаны его отличия от традиционных машин с вращательным приводом. Представлены энергетические и эксплуатационные характеристики, а так же тепловые исследования машины.

Краскопульт, предназначенный для производства малярных работ в строительстве (рис.1.), состоит из однообмоточного электромагнитного двигателя 1, якорь которого посредством штока связан с резиновой диафрагмой 2, которая образует нагнетательную камеру 3. Камера 3 через всасывающий клапан связана с заборным рукавом 4 с фильтром, находящимся в ёмкости 5 с красящим составом. Камера 3 связана также с ресивером 6, к которому подсоединяются нагнетательный рукав с краном 7 и удочкой 8, несущей распылительное сопло 9. Краскопульт подключается к однофазной электросети через блок управления 10.

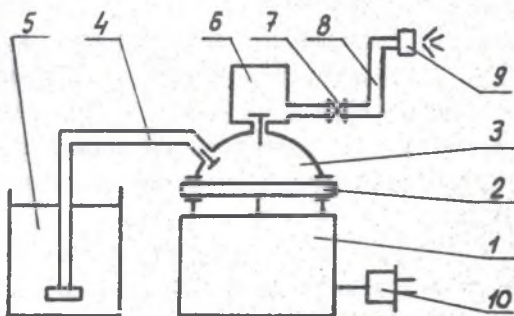


Рис. 1. Электромагнитный краскопульт

Работает краскопульт следующим образом. Через блок управления полуволна напряжения промышленной частоты поступает на намагничивающую обмотку двигателя, якорь движется вверх и деформирует диафрагму, которая выталкивает находящийся в насосной камере окрасочный состав через ресивер, нагнетательный рукав, удочку и сопло.

По прохождении полуволны напряжения процесс нагнетания заканчивается и диафрагма под действием упругих сил движется вниз, в результате нагнетательный клапан закрывается, а всасывающий — открывается и происходит заполнение насосной камеры через заборный рукав с фильтром.

В созданном краскопulte уменьшена частота колебаний диафрагмы в 2 раза по сравнению с краскопультom с традиционным вращательным приводом и изменено соотношение между временем всасывания и нагнетания ( $1/4$  — нагнетание,  $3/4$  — всасывание), что позволило улучшить работу клапанов и снизить энергопотребление. Кроме того существенно снижены масса и габариты.

Другой особенностью краскопультa является отсутствие жесткой кинематической связи между подвижной частью машины (рабочим органом — диафрагмой) и неподвижной (магнитопроводом двигателя). Это приводит к тому, что амплитуда колебаний рабочего органа зависит как от подводимой мощности, определяемой напряжением на намагничивающей обмотке, так и от сил сопротивления, которые определяются давлением в насосной камере и изменяются в широком пределе от нуля (начало всасывания и освобождение шлангов от жидкости) до максимума (при закрытом распылительном сопле удочки).

В связи с этим необходимо провести исследования по влиянию на амплитуду колебаний рабочего органа краскопультa питающего напряжения и сил сопротивления.

Основным режимом работы машины является режим окраски поверхности (рис.2, "удочка открыта"). Как видно из рисунка в этом случае с увеличением напряжения до  $U = 220$  В амплитуда растет пропорционально напряжению, а затем рост её несколько замедляется. Это объясняется преобладающим ростом потерь мощности на насыщение магнитопровода.

Уменьшение амплитуды при увеличении напряжения более  $U = 220$  В можно отнести к положительным свойствам краскопультa, так как при повышенном напряжении сети и давлении (рис.2)

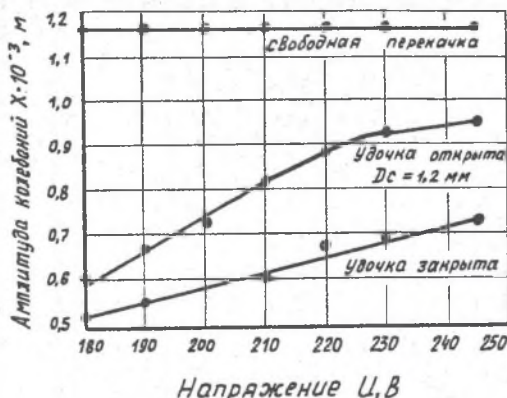


Рис.2. Зависимость амплитуды колебаний якоря от напряжения сети при различных режимах работы краскопульта с нежесткой кинематической связью

вана присутствием в жидкости воздуха и податливостью шланга, соединяющего краскопульт с удочкой. Этот режим без ущерба для машины может быть длительным, что недопустимо для машин аналогичного назначения с вращательным типом привода при выходе из строя перепускного клапана.

Проведенные исследования краскопульта с нежесткой кинематической связью позволили связать воедино такие характеристики, как расход окрасочного состава  $Q$ , давление  $p$  на выходе распылительного сопла, напряжение сети  $U$ , диаметр распылительного сопла  $D_c$  (рис.3). График даёт возможность подобрать требуемые давление и расход, выбрать диаметр распылительного сопла. Например, условия эксплуатации таковы, что напряжение сети составляет  $U = 230$  В. При этом известно, что наиболее качественно применяемый красящий состав окрашивает поверхность при давлении  $p = 6$  кгс/см<sup>2</sup> ( $5,8 \cdot 10^5$  Па). Нужно выбрать сопло для обеспечения максимальной производительности. Тогда от оси  $p$  восстанавливаем перпендикуляр до пересечения его с кривой  $U = 230$  В и находим, что диаметр сопла должен лежать в пределах  $0,9 \text{ мм} < D_c < 1,0 \text{ мм}$ , а расход  $Q$  при этом составляет примерно  $Q = 1,1$  л/мин. Аналогично можно найти другое сочетание интересующих параметров,

растяжение диафрагмы увеличивается незначительно, что повышает её долговечность и предотвращает физический износ машины.

На рис.2 также представлены исследования при закрытом кране на удочке. Из графика "удочка закрыта" видно, что диафрагма совершает колебания, линейно возрастающие с увеличением напряжения, а амплитуда при этом меньше, чем при режиме окраски. Амплитуда колебаний якоря выз-

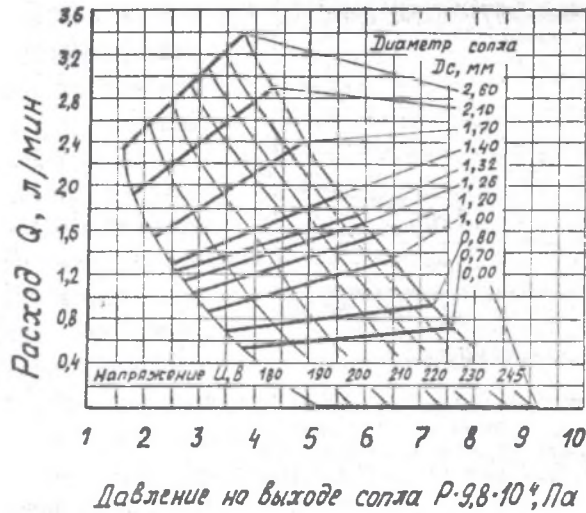


Рис.3. Эксплуатационная характеристика краскопульты

задавшись соответствующими условиями.

С целью определения рациональных режимов работы машины и определения её энергетических данных были обработаны осциллограммы рабочего процесса краскопульты при различных режимах работы, которые позволили получить зависимости (рис.4) потребляемой мощности  $W$ , полезной мощности на выходе распылительного сопла  $W_n$  и коэффициент полезного действия  $\eta$  от напряжения в режиме окраски.

Из рисунка видно, что график полезной мощности представляет собой прямую линию и при номинальном напряжении  $U = 220$  В полезная мощность составляет  $W_n = 11,438$  Вт.

График потребляемой мощности имеет вид параболы, причем она достигает минимума ( $W = 52,0$  Вт) при напряжении  $U = 210 \dots 216$  В, т.е. близкому к номинальному. Параболический характер кривой объясняется тем, что потребляемая мощность из сети за цикл определяется разностью между взятой из сети за время прохождения полуволны питающего напряжения, и мощностью возвращенной, которая характеризуется положением якоря в обмотке двигателя.

Так как при напряжении  $U = 190$  В якорь колеблется на большем расстоянии от стопа электромагнитного двигателя, то ввиду сравни-

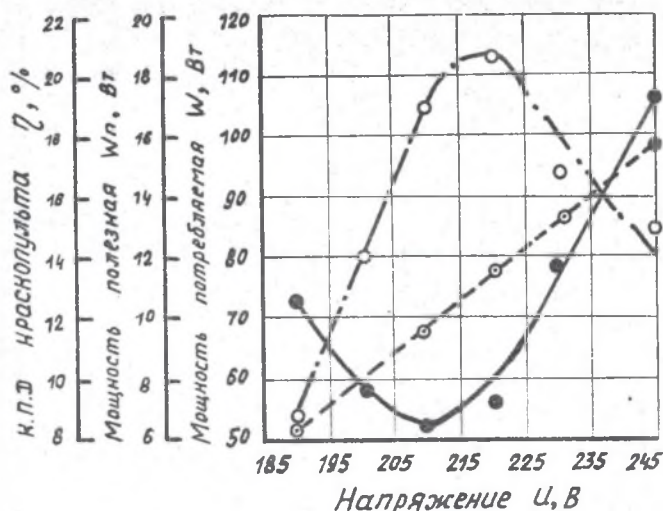


Рис.4. Зависимости полезной, потребляемой мощности и коэффициента полезного действия краскопульта от питающего напряжения: ○ - полезная мощность; • - потребляемая мощность; ○ - коэффициент полезного действия

тельно малой индуктивности электромагнитной системы двигателя на этом зазоре, возвращаемая энергия  $E = Li^2/2$ , так же будет малой, где  $i$  - ток;  $L$  - индуктивность в крайнем положении якоря. С повышением напряжения до  $U = 210... 215$  В увеличивается амплитуда, а значит и индуктивность и, соответственно, возвращенная энергия, рост которой преобладает над ростом возвращенной. Этим и объясняется явно выраженный минимум на графике потребляемой мощности (рис.4).

График коэффициента полезного действия так же имеет параболический вид с явно выраженным максимумом при номинальном напряжении  $U = 220$  В ( $\eta = 20,8\%$ ). Это подтверждает правильность расчёта геометрических параметров машины, её обмоточных данных и хорошей согласованности с нагрузкой.

В электромагнитном краскопульте не предусмотрена система принудительного охлаждения, поэтому температурный режим может оказаться решающим с точки зрения работоспособности машины при требуемом непрерывном режиме. Испытание на нагрев обмотки посредством измерения её сопротивления показали, что наибольшее изменение сопротивления, а значит и температуры, происходит в начальные

1,5 часа, в дальнейшем рост сопротивления (температуры) незначителен (рис.5). Как видно из графиков установившаяся температура обмотки не превышает  $90^{\circ}\text{C}$ , что ниже допустимой, соответствующей классам изоляции широко распространенных обмоточных проводов. Нагрев корпуса при этом не превышает  $70^{\circ}\text{C}$  при температуре окружающей среды  $\theta_0 = 24^{\circ}\text{C}$ .

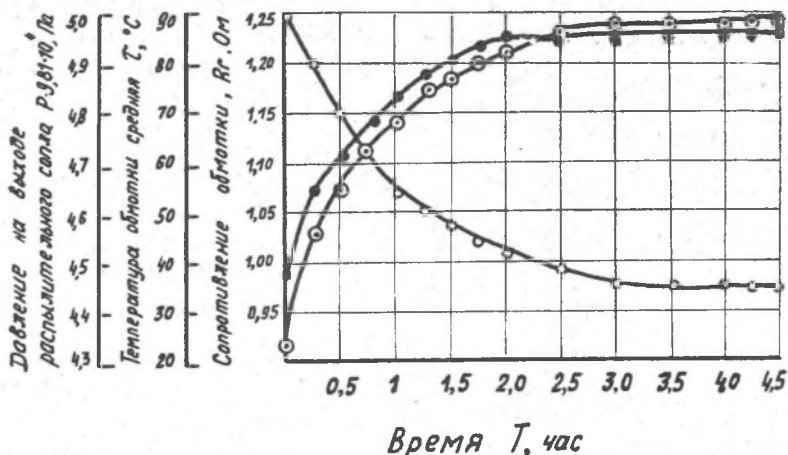


Рис.5. Зависимость средней температуры нагрева обмотки и сопротивления обмотки от продолжительности работы краскопульта ( $U = 220 \text{ В}$ ,  $D_c = 1,2 \text{ мм}$ ): ○ - температура, ● - сопротивление

Проведенные экспериментальные исследования подтвердили правильность выбранной структурной схемы краскопульта и её геометрических размеров, что обеспечило требуемые эксплуатационные характеристики.

#### BADANIE EKSPERYMENTALNE APARATU NATRYSKOWEGO ELEKTROMAGNETYCZNEGO S t r e s z c z e n i e

Przedstawiono zasadę działania i wyniki badań eksperymentalnych aparatu natryskowego elektromagnetycznego. Podano także wyniki badań cieplnych, charakterystyki eksploatacyjne i energetyczne.

#### EXPERIMENTAL RESEARCH OF THE ELECTROMAGNETIC PAINTING DEVICE S u m m a r y

The description and functions of the painting pressure device having one coil electromagnetic motor and its difference from tradition rotating machines are given. Power, working, thermal characteristics are represented.

Recenzent: doc. dr A. Witkowski

Wpłynęło do Redakcji 9.XI.1988 r.