

## STUDY OF FACTORS AFFECTING THE ADHESION STRENGTH OF COMPOSITE COATINGS TO THE SURFACE OF PARTS

*Markov V.A., Sokolova V.A., Orlov V.V.*

**Keywords:** adhesion strength, adhesion, samples for research, press, optimization.

**Abstract.** In this article, a study was made of the influence of factors of the technological process of electrocontact surfacing on the adhesion strength of a composite metal plating with a base.

### References

1. Zubarev Yu.M. Application of the methods of the theory of planning multivariate experiments in engineering technology. SPb.: OP PIMash, 2000. 130 p.
2. Klimenko Yu.V. Electrocontact surfacing. M.: Metallurgy, 1978. 127 p.

УДК 621.865

<https://doi.org/10.26160/2618-6810-2019-2-46-49>

## СТАБИЛИЗИРОВАННЫЙ ПРИВОД СИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА ДЛЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

*Цветков В.А., Королёв В.А., Воротынец Б.Н., Осипов В.И.*

*Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ»  
имени Д.Ф.Устинова, г. Санкт-Петербург*

**Ключевые слова:** привод, генератор, двигатель, насос, гидромотор, передача.

**Аннотация.** В работе рассмотрены перспективы применения синхронного электрогенератора с приводом от двигателя транспортного средства. Замкнутая гидрообъемная передача, установленная между валом двигателем и генератором, позволяет стабилизировать частоту вращения генератора при переменных частотах вращения двигателя. Представлена методика расчета параметров на примере привода генератора мощностью 16 кВт.

Для транспортных средств, работающих в условиях крайнего север, мобильных аварийных служб, передвижных систем связи требуется постоянное надежное электроснабжение как в режиме движения так и в условиях длительной стоянки. Потребляемая электрическая мощность составляет 15 и более кВА, причем требования к качеству электроэнергии должны удовлетворять условиям работы мобильных электростанций.

Одним из способов решения этой проблемы является использование синхронного трехфазного генератора с приводом от коробки отбора мощности двигателя транспортного средства.

В этом случае между двигателем и генератором должен быть установлен регулируемый привод (привод постоянной частоты вращения – ППЧВ [1]), обеспечивающий постоянную частоту вращения вала генератора при изменении частоты вращения двигателя автомобиля.

Одним из вариантов построения ППЧВ с замкнутым гидроприводом объемного регулирования представлен на рис. 1. Вал генератор через муфту соединен с нерегулируемым гидромотором 2, вал регулируемого гидронасоса с электрическим управлением 3 соединен с валом коробки отбора мощности автомобиля. Рабочие полости гидронасоса и гидромотора соединены гибкими гидролиниями 5.

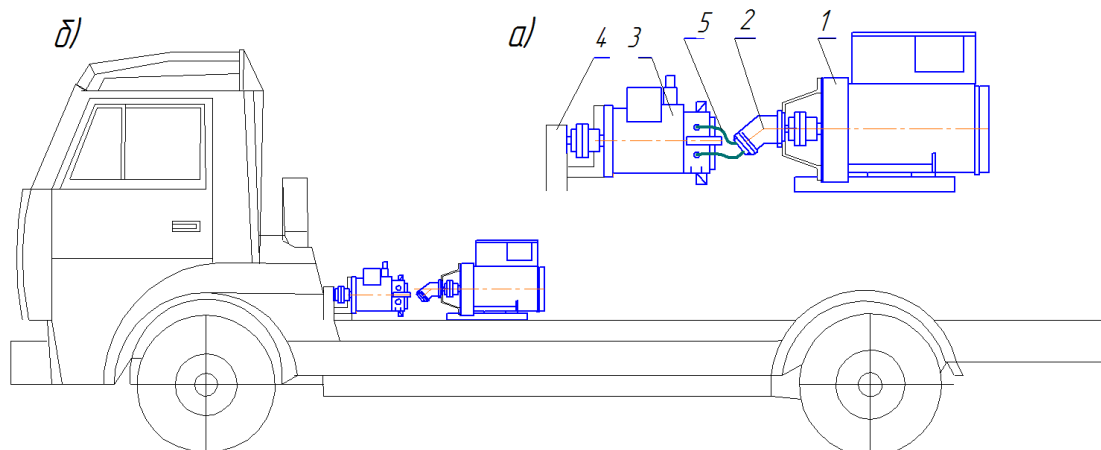


Рис. 1. а) ППЧВ с замкнутым гидроприводом объемного регулирования;  
б) размещение системы с генератором 16 кВА на шасси КамАЗа

При разработке системы электропитания мобильных машин с повышенными требованиями к массо-габаритным характеристикам необходимо обоснованно подходить к выбору параметров регулируемого привода с учетом комплектации гидрооборудованием отечественного производства. Учитывая ограниченный типоразмерный ряд по мощности синхронных генераторов (16кВт, 30кВт, 60кВт, ...) на примере применения генератора мощностью 16кВт и двигателя автомобиля КамАЗ мощностью 400л/с рассматривается методика расчета и выбора параметров регулируемого гидропривода. Привод должен обеспечить постоянную частоту вращения вала генератора  $n_{гн}=1500$ об/мин при изменении частоты вращения вала двигателя от минимальных оборотов двигателя с работающим генератором  $n_{уст} = 800$ об/мин (обороты холостого хода  $n_{хх}=600$ об/мин) до максимальных оборотов  $n_{max}=2150$ об/мин. Диапазон регулирования привода

$$R = \frac{n_{max}}{n_{уст}} = \frac{2150}{800} = 2,69.$$

При выборе типоразмера гидромотора необходимо определить статический и динамический момент на валу электрогенератора. Статический момент находится из соотношения электрической и механической (на валу электродвигателя) мощностей с учетом потерь

$$N_n = \frac{P_n}{\eta \cos \varphi} = \frac{16000}{0,85 \cdot 0,8} = 23530 \text{ Нм/с.}$$

где  $P_n$  – номинальная электрическая мощность генератора, Вт;  $\eta$ –КПД генератора.

Номинальный момент на валу генератора

$$M_n = \frac{P_n}{\omega} = \frac{23530}{157} \approx 150 \text{ Нм,}$$

где  $\omega$ –угловая скорость вала генератора.

В технических условиях ГОСТ 23377-2003 и ТУ3371-01-...-2012 «Электростанции дизельные передвижные» указано, что генераторы должны обеспечить перегрузку по току 100% в течение 30 секунд и обеспечить пуск асинхронного двигателя мощностью до 70% от мощности генератора с семикратным превышением пускового тока по отношению к номинальному току.

Исходя из этих требований с учетом того, что ток генератора эквивалентен моменту на валу генератора, необходимо принимать расчетный статический момент с учетом перегрузки по току

$$M_{расч.ст} = 2M_n = 2 \cdot 150 = 300 \text{ Нм.}$$

Величину максимального значения динамического момента будет определять настройка предохранительного клапана.

Следует отметить, что в каталожных данных на гидрооборудование, например [2], указываются параметры работы насосов и двигателей при давлениях 25МПа, 40МПа и 45МПа.

Для рассматриваемого привода при соосной компоновке гидромотора и генератора выбирается гидромотор с рабочим объемом  $q=56 \text{ см}^3/\text{об.}$ , номинальной частотой вращения  $n_{ном}=3000 \text{ об/мин.}$

Номинальный перепад давления на гидролиниях замкнутого контура при учете гидромеханического КПД гидродвигателя  $\eta_{гм}=0,96$  будет

$$\Delta p_n = \frac{2\pi M_n}{q\eta_{гм}} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 150}{56 \cdot 0,96} = 17,5 \text{ МПа.}$$

При кратковременной перегрузке

$$\Delta p_n = \frac{2\pi M_{расч.ст}}{q\eta_{гм}} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 300}{56 \cdot 0,96} = 35 \text{ МПа.}$$

Требуемый расход рабочей жидкости  $Q_T$  в л/мин с учетом объемного КПД для гидромотора  $\eta_o=0,95$  определяется по формуле

$$Q_m = \frac{q_n n_{ген}}{1000\eta_o} = \frac{56 \cdot 1500}{1000 \cdot 0,95} = 88,4 \text{ л/мин.}$$

Выбор гидронасоса производится по требуемому максимальному расходу  $Q_{тн.мах}$  с учетом объемного КПД насоса  $\eta_o=0,95$

$$Q_{тн.мах} = Q_m R / \eta_o = 88,4 \cdot 2,69 / 0,95 = 250 \text{ л/мин.}$$

Требуемым параметрам отвечает, например, насос 416.0.90 [2], с  $q_n=90 \text{ см}^3/\text{об}$  при допустимой максимальной частоте вращения вала насоса  $n_{н.мах}=3050 \text{ об/мин.}$

Максимальная подача насоса  $Q_{н.мах}$  при 3050 об/мин

$$Q_{н.мах} = e_n \frac{q_n n_{н.мах} \eta_o}{1000} = 1 \frac{90 \cdot 3050 \cdot 0,95}{1000} = 261 \text{ л/мин,}$$

где  $e_n$ - параметр регулирования насоса.

Минимальная частота вращения вала насоса

$$n_{н.мин} = \frac{n_{н.мах}}{R} = \frac{3050}{2,69} = 1134 \text{ об/мин.}$$

Подача насоса при  $n_{н.мин}$  и максимальном значении параметра регулирования насоса  $e_n=1$

$$Q_{н.мин} = e_n \frac{q_n n_{н.мин} \eta_o}{1000} = 1 \frac{90 \cdot 1134 \cdot 0,95}{1000} = 97 \text{ л/мин.}$$

Параметр регулирования насоса при минимальных оборотах двигателя

$$e_{н.мин} = Q_m / Q_{тн.мин} = 88,4 / 97 = 0,91.$$

Параметр регулирования насоса при максимальных оборотах двигателя

$$\eta_{n.\min} = Q_m / Q_{mn.\min} = 88,4 / 261 = 0,34.$$

Рассмотренная компоновочная схема установки гидромашин позволяет избежать жесткой связи «коробка отбора мощности – генератор», что дает возможность рационально разместить оборудование на шасси автомобиля. Применение регулируемого насоса с электроуправлением позволяет реализовать современную автоматическую систему стабилизации частоты вращения вала генератора, обеспечивающую требуемую статическую и динамическую точность частоты тока. Однако завышенная мощность установленных гидромашин (номинальная мощность гидромотора 50 кВт, мощность насоса-70кВт) существенно понижают общий КПД привода и вынуждают увеличивать объем рабочей жидкости гидробака и размеры теплообменника. Установка согласующего редуктора с передаточным числом 2 между валом гидромотора и валом генератора позволяет перейти на гидромотор с рабочим объемом 28 см<sup>3</sup>, но при этом параметры гидронасоса остаются неизменными.

Снизить установочную мощность гидромашин более чем в два раза позволяет применение ППЧВ на основе объемной гидромеханической передачи [1].

#### Список литературы

1. Объемные гидромеханические передачи: расчет и конструирование / Под общ. ред. Е.С. Кисточкина. – Л.: Машиностроение, 1987. – 256с.
2. [www.psm-hydraulics.ru](http://www.psm-hydraulics.ru)

#### Сведения об авторах:

*Цветков Владимир Александрович* – к.т.н., доцент, БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова, г.Санкт-Петербург;

*Королёв Владимир Александрович* – д.т.н., профессор, БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова, г.Санкт-Петербург;

*Воротынцев Борис Николаевич* – старший преподаватель, БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова, г.Санкт-Петербург.

*Осипов Владимир Иванович* – к.т.н., доцент, БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова, г.Санкт-Петербург.

#### STABILIZED SYNCHRONOUS GENERATOR DRIVE UNIT FOR VEHICLES

*Tsvetkov V.A., Korolev V.A., Vorotyntsev B.N., Osipov V.I.*

**Keywords:** drive, generator, engine, pump, hydraulic motor, transmission.

**Abstract.** In this article prospective of synchronous generator with vehicle engine drive using is considered. Closed loop volume hydraulic transmission is applied between the generator and the engine shaft and provide stable generator rotation frequency at variable engine rotation frequency. Method of the parameters calculation is considered by the example of the constant power drive 16kVA.

#### References

1. Volume hydraulic transmission: calculation and design / Edited by E.S. Kistochkin. – L.: Mechanical Engineering, 1987. – 256p.
2. [www.psm-hydraulics.ru](http://www.psm-hydraulics.ru)