УДК 621.313

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ВИНТОВОГО ДОМКРАТА

DETERMINATION OF THE EFFICIENCY OF THE ELECTRIC DRIVE OF THE SCREW JACK

Попов Сергей Анатольевич
кандидат технических наук,
доцент,
доцент кафедры электротехники и электрических машин,
Кубанский государственный технологический университет
sa_popov@indbox.ru

Дускаев Роман Ринатович
студент,
Кубанский государственный технологический университет
romanduskaev@yandex.ru

Аннотация. В статье исследуется вопрос определения коэффициента полезного действия (КПД) электропривода винтового домкрата, который является важным показателем эффективности работы системы. Предложена методика расчета КПД на основе анализа энергетических потерь на каждом этапе передачи усилия. Результаты работы позволяют оптимизировать конструкцию электропривода винтового домкрата и повысить его энергоэффективность.

Ключевые слова: КПД, винтовой домкрат, электропривод, мощность, передаточное число, нефтегазовый комплекс.

Popov Sergey Anatolyevich
Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor,
Kuban State Technological University
sa_popov@indbox.ru

Duskaev Roman Rinatovich
Student,
Kuban State Technological University
romanduskaev@yandex.ru

Annotation. The article examines the issue of determining the efficiency of a screw jack electric drive, which is an important indicator of the system's performance. A method for calculating efficiency based on the analysis of energy losses at each stage of force transmission is proposed. The results of the work make it possible to optimize the design of the electric drive of the screw jack and increase its energy efficiency.

Keywords: efficiency, screw jack, electric drive, power, gear ratio, oil and gas complex.

На предприятиях нефтегазового комплекса применяются гидравлические домкраты [1], [2]. Это вызвано рядом преимуществ, таких как высокий КПД и большая грузоподъемность[3]–[5]. Однако имеется ряд существенных недостатков, а именно: отсутствие возможности работы при низких, сверхнизких температурах и точного регулирования высоты опускания груза, постоянный контроль уровня масла, герметичности сальников и клапанов, транспортировка и хранение данного оборудования должна происходить исключительно в вертикальном положении, во избежание вытекания гидравлической жидкости из резервуара. Кроме того, один цикл работы насоса соответствует относительно малой высоте подъема, в связи с чем гидравлические домкраты являются относительно малооперативным оборудованием. В основе предлагаемой разработки принята конструкция винтового домкрата с передачей винт – гайка. Преимуществами данной конструкции являются ее простота, высокая прочность при ударных нагрузках, возможность самоторможения и высокая кинематическая точность.

КПД конструктивно-интегрированного электропривода представим в виде следующего выражения:

$$\eta_{\text{КИЭ}} = \eta_{\text{э.п}}\eta_{\text{мех.ч}} \quad (1)$$

КПД электромеханического преобразователя:

$$\eta_{\text{э.п}} = \frac{P_{\text{элмаг}}}{P_{\text{эм.ч}}}, \quad (2)$$

где электромагнитная механическая мощность; мощность на входе электромеханической части.

КПД механической части привода:

$$\eta_{\text{мех.ч}} = 1 - (1 - \frac{1}{U_{13}^{\text{Н}}}) \cdot (1 - \eta_{13}^{\text{Н}}), \quad (3)$$

где $U_{13}^{\text{Н}}$ – передаточное число двухступенчатой передачи; $\eta_{13}^{\text{Н}}$ – КПД ступеней передачи при остановленном водиле.

С учетом выражений (2) и (3) КПД конструктивно-интегрированного электропривода домкрата:

$$\eta_{\text{КИЭ}} = \frac{P_{\text{элмаг}}}{P_{\text{эм.ч}}} \cdot (1 - (1 - \frac{1}{U_{13}^{\text{Н}}}) \cdot (1 - \eta_{13}^{\text{Н}})). \quad (4)$$

Из выражения (4) видно, что КПД конструктивно-интегрированного электропривода домкрата обратно пропорционален передаточному числу передачи.

Список литературы:

1. Попов С.А. Определение зависимости подъемного усилия самотормозящегося винтового домкрата с аксиальным электродвигателем от его параметров / С.А. Попов, П.Ю. Пономарев; Под общ. ред. Т.М. Сигитова // Развитие современной науки : теоретические и прикладные аспекты: Сборник статей студентов, магистрантов, аспирантов, молодых ученых и преподавателей. – Пермь : ИП Сигитов Т.М., 2017. – С. 30–31.

2. Разработка конструктивно – интегрированного электропривода домкрата повышенной эффективности / С.А. Попов [и др.] // Материалы I Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и преподавателей, посвященной 60-летию со дня образования Армавирского механико-технологического института (АМТИ) «Современные электротехнические и информационные комплексы и системы». (Армавир, 15–16 ноября 2019 г.). – Армавир, 2019. – С. 15–19.

3. Попов С.А. Разработка конструктивно-интегрированного электропривода домкрата для грузовых операций на береговых объектах / С.А. Попов, В.Е. Нечесов, С.В. Попова // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова. – 2019. – Т. 11. – № 5. – С. 920–931/

4. Разработка конструктивно-интегрированного электропривода домкрата для грузовых операций на предприятиях нефтегазового комплекса / С.А. Попов [и др.] // Материалы IV Международной научно-практической конференции «Булатовские чтения» – Краснодар : Издательский Дом – Юг. – 2020. – 346 с. – С. 327–330.

5. Разработка конструктивно-интегрированного электропривода домкрата для грузовых операций на предприятиях нефтегазового комплекса / С.А. Попов [и др.] // Булатовские чтения. – 2020. – Т. 6. – С. 327–330.

List of references:

1. Popov S.A. Determination of the dependence of the lifting force of a self-braking screw jack with an axial electric motor on its parameters / S.A. Popov, P.Y. Ponomarev; Under the general editorship of T.M. Sigitova // Development of modern science : theoretical and applied aspects: Collection of articles by students, undergraduates, postgraduates, young scientists and teachers. – Perm : IP Sigitov T.M., 2017. – P. 30–31.

2. Development of a structurally integrated electric jack drive with increased efficiency / S.A. Popov [et al.] // Proceedings of the I International Scientific and Practical Conference of Students, postgraduates and teachers dedicated to the 60th anniversary of the Armavir Institute of Mechanics and Technology (AMTI) «Modern electrotechnical and information complexes and systems». (Armavir, November 15–16, 2019). – Armavir, 2019. – P. 15–19

3. Popov S.A. Development of a structurally integrated electric jack drive for cargo operations at coastal facilities / S.A. Popov, V.E. Nechesov, S.V. Popova // Vestnik of the Admiral S.O. Makarov State University of the Marine and River Fleet. – 2019. – Vol. 11. – № 5. – P. 920–931.

4. Development of a structurally integrated electric jack drive for cargo operations at oil and gas complex enterprises / S.A. Popov [et al.] // Proceedings of the IV International scientific and practical conference «Bulatovskie readings». – Krasnodar : Publishing House – Yug. – 2020. – 346 p. – P. 327–330.

5. Development of a structurally integrated electric jack drive for cargo operations at oil and gas complex enterprises / S.A. Popov [et al.] // Bulatovskie readings. – 2020. – Vol. 6. – P. 327–330.