

УДК 621.866.2

Попель О.Е. к.т.н., Олещук О.В. к.т.н.

Одесский национальный политехнический университет

АНАЛИЗ ВИНТОВЫХ ЭЛЕКТРОДОМКРАТОВ ДЛЯ ПОДЪЁМА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ВАГОНОВ ПО ИХ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЮ

Аннотация: Проанализированы винтовые электродомкраты для подъёма железнодорожных вагонов, выпускаемых производителями разных стран с точки зрения их энергопотребления. Показано, что существующие домкраты имеют низкий КПД. Обращено внимание, что домкраты с таким низким КПД недопустимо применять «Укрзалізницею» на станциях перехода.

Ключевые слова: электродомкрат винтовой, железнодорожные вагоны, КПД.

Анотація: Проаналізовано гвинтові електродомкрати для підйому залізничних вагонів, що випускаються виробниками різних країн з точки зору їх енергоспоживання. Показано, що існуючі домкрати мають низький ККД. Звернуто увагу, що домкрати з таким низьким ККД неприпустимо застосовувати «Укрзалізницею» на станціях переходу.

Ключові слова. Електродомкрат гвинтовий, залізничні вагони, ККД.

Zusammenfassung: elektrische Hebeschrauben zum Heben von Eisenbahnwagons wurden von Herstellern aus verschiedenen Ländern in Bezug auf ihren Energieverbrauch analysiert. Es wurde festgestellt, dass die bestehenden Buchsen einen niedrigen Wirkungsgrad besitzen. Es wurde darauf hingewiesen, dass diese Buchsen von "Ukrzaliznizja" Aufgrund der geringen Effizienz bei Transit-Stationen nicht eingesetzt werden dürfen.

Stichwörter: Elektrische Hebeschraube, Eisenbahnwagons, Effizienz.

Введение. В настоящее время все страны мира все больше внимания уделяют вопросам снижения энергопотребления различными устройствами. С этой точки зрения наше внимание привлекли винтовые электромеханические домкраты для подъёма железнодорожных вагонов в связи с тем, что в Украине такие домкраты, имеют более широкое применение, чем в других странах. Это связано с тем, что они используются не только в вагоноремонтных (рис. 1, а [1]) и локомотиворемонтных (рис. 1, б [2]) депо (в настоящее время в Украине имеется 49 вагонных депо, а со временем ожидается, что их будет 53 [3] и 55 локомотивных депо [4]), а и на станциях перехода (рис. 2 [5]) при смене колесных тележек из-за разницы в

ширине колеи железных дорог Украины (1520 мм) и Европейских стран (1435 мм), с которыми она граничит.



Рис. 1. Вагонное депо Запорожье-Левое (а) и локомотивное депо Киев-пассажирский (б).

В работе [6] показано, что масса только грузовых вагонов, пересекающих границы Украины со странами с узкой колеёй в течение одного года, которые необходимо будет поднять-опустить, составит 591×10^5 т. Для перевозки такой массы грузов, если принять, что масса перевозимого груза одним вагоном составляет 80 т, понадобится 738750 вагонов. Однако следует учесть, что часто вагоны, после доставки груза к месту назначения, обратно идут без груза.



Рис. 2. Место смены колесных тележек на станции Чоп.

В таблице 1 [7] представлены показатели грузоперевозок, осуществленных «Укрзалізницею» за период январь - сентябрь 2015 года. Из этой таблицы видно, что количество груза, отправленного на экспорт (94.52 млн. тонн), более чем в 3 раза превышает количество импортированного груза (26.82 млн. тонн). Конечно, это были не все грузы, прошедшие через пункты перехода, на

которых нужно было менять тележки вагонов, но, тем не менее, это указывает на то, что есть значительное количество пустых вагонов, для которых нужно было провести такую операцию. А если учесть ещё и пассажирские вагоны, пересекающие границы со сменой ширины колеи, а также работу домкратов в вагонных и локомотивных депо, то количество поднимаемых (опускаемых) вагонов будет значительно больше, чем 738750 вагонов/год.

Таблица 1 – Показатели грузоперевозок за 9 месяцев 2015 г.

Наименование показателей:	Количество, млн. тонн
транзит	18.86
импорт	26.82
экспорт	94.52
внутренние	116.23
Всего перевезено, млн. тонн	256.43

Постановка задачи. Для поднятия одного вагона применяется комплект, состоящий из четырех домкратов грузоподъемностью 30 т каждый. Таким образом, у «Укрзалізниці» в эксплуатации находится довольно большое количество домкратов. Следовательно, даже незначительное снижение энергопотребления одним домкратом, приведет к существенной экономии электроэнергии в целом для «Укрзалізниці».

Цель работы. Целью настоящей работы является анализ энергопотребления домкратами типа ДТ-30 (или близких к ним по грузоподъемности) для подъема железнодорожных вагонов, выпускаемых различными фирмами мира.

Основной материал. Для выполнения такого анализа нам понадобятся следующие технические характеристики:

- время подъема и ход подъемной каретки либо скорость подъема груза;
- грузоподъемность;
- мощность, установленного двигателя либо потребляемая им мощность из электросети или ток и напряжение его питания.

В таблице 2 представлены технические характеристики домкратов тех производителей, которые разместили их на своих сайтах или выслали нам по нашим запросам. Перечисленные характеристики являются одними из основных для потребителей этой продукции. Несмотря на то, что эти характеристики не раскрывают каких-либо технических секретов, некоторые производители, к сожалению, даже не ответили на наши запросы. Но это несколько не уменьшает важности представленных данных, поскольку по нашей оценке здесь приведены данные практически 80% производителей подобных

домкратов мира. Поэтому эта выборка является вполне презентабельной.

Таблица 2 – Основные характеристики домкратов различных производителей

Производитель	Грузоподъемность, т	Ход, мм	Скорость подъема, мм/с	Время подъема, с	Мощность электродвигателя, кВт
Австрия, IME-Autolift [8]	30	1800	5,0	360	4,0
Англия, Macton Corporation [9]	35	1499	3,81	–	7,5
Англия, Mechan [10]	30	–	3,28*	–	5,5
Германия, Huwema [11]	30	2000	3,0	–	3,0
Италия, CESPА [12]	30	2265	3,33	–	5,5
Китай, Chongqing Hengtai Electromechanical Equipment Co., Ltd. [13]	30	2300	7,19*	320	5,5
Россия, НПО «Вагонник» [14]	30	1050	3,02*	348	5,5
Россия, Кубаньжелдормаш [15]	30	–	2,92*	–	7,5
США, Whiting Corporation [16]	35	1829	3,81	–	7,5
Украина, ПАО ОМЗ «Красная гвардия» [17]	30	1050	3,08*	–	5,5

*Примечание: * - значение, полученное нами расчетным путем на основании соответствующих данных производителей.*

К сожалению, в общедоступной информации не указывается реальный КПД домкратов, а также нет их конструктивных данных, которые позволили бы нам определить их теоретический КПД. В связи с этим мы ввели показатель *условный КПД* – $\eta_{усл}$, представляющий собой отношение полезной мощности $P_{п}$ к мощности электродвигателя $P_{дв}$, установленного на домкрате

$$\eta_{усл} = \frac{P_{п}}{P_{дв}}$$

Полезная мощность $P_{п}$ может быть определена по данным, представленным в таблице 2

$$P_{п} = Q \cdot g \cdot V / 10^6 \text{ кВт},$$

где Q – грузоподъемность домкрата, кг;
 g – ускорение свободного падения, м/с²;
 V – скорость подъема, м/с.

Результаты расчетов представлены в табл. 3.

Производитель	Полезная мощность, кВт	Условный КПД, %
Австрия, IME-Autolift	1,47	36,75
Англия, Macton Corporation	1,31	17,42
Англия, Mechan	0,91	17,53
Германия, Hwema	0,88	29,4
Италия, CESPА	0,98	17,8
Китай, Chongqing Hengtai Electromechanical Equipment Co., Ltd.	2,10	38,43
Россия, НПО «Вагонник»	0,89	16,14
Россия, Кубаньжелдормаш	0,86	11,45
США, Whiting Corporation	1,31	17,42
Украина, ПАО ОМЗ «Красная гвардия»	0,91	16,46

Условный КПД позволяет нам произвести приблизительное сравнение домкратов по их энергоэффективности (табл. 3). Из представленных результатов видно, что наилучшими, с точки зрения экономии электроэнергии, являются домкраты, производимые в Китае (Chongqing Hengtai Electromechanical Equipment Co., Ltd.), у которых условный КПД $\eta_{усл} = 38,4\%$ и Австрии (IME-Autolift) $\eta_{усл} = 37\%$. А самый низкий КПД у домкратов, производимых в России (Кубаньжелдормаш с условным КПД $\eta_{усл} = 11,45\%$ и НПО «Вагонник» – $\eta_{усл} = 16,1\%$) и в Украине (ПАО ОМЗ «Красная гвардия» – $\eta_{усл} = 16,5\%$).

Следует отметить, что введенный нами условный КПД не учитывает потери в самом электродвигателе (его механический КПД и $\cos \phi$). Если учесть и эти параметры, то потери электроэнергии будут еще больше.

В работе [6] показано, что только замена винтовой пары скольжения на роликковую винтовую пару качения может повысить КПД домкрата на 49%.

Вывод. Учитывая, что в Украине домкраты подобного типа широко распространены и интенсивно эксплуатируются, а также наличие всемирного энергетического кризиса необходимо признать, что терять примерно 85% энергии не рационально!

Мы бы порекомендовали руководству «Укрзалізниці» изыскать возможность финансирования работ, направленных на:

1. разработку и производство новых домкратов с бóльшим КПД;

2. обследование домкратных комплексов, уже находящихся в эксплуатации, с целью выяснения возможности их реконструкции для значительного снижения потерь электроэнергии и при такой возможности произвести соответствующую модернизацию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Доступно на сайте: <http://www.ipnews.in.ua/index.php/2014/01/09/%D0%B2-%D0%B4%D0%B5%D0%BF%D0%BE-%D0%B7%D0%B0%D0%BF%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B6%D1%8C%D0%B5-%D0%BB%D0%B5%D0%B2%D0%BE%D0%B5-%D0%BE%D1%82%D1%80%D0%B5%D0%BC%D0%BE%D0%BD%D1%82%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0/>.
2. Доступно на сайте: <http://rurailway.livejournal.com/2707084.html?page=1>.
3. Доступно на сайте: <http://www.unn.com.ua/ru/news/1182038-kilkist-vagonnikh-depo-v-ukrayini-zroste-do-53>.
4. Загальна інформація. Доступно на сайте: http://www.uz.gov.ua/about/general_information/.
5. Доступно на сайте: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/02/Bogie_change_station_at_Chop_station_Ukraine.jpg.
6. Попель О.Е. К вопросу снижения энергопотребления винтовыми электродомкратами типа ДТ-40 / О.Е. Попель, О.В. Олещук // Підйомно-транспортна техніка. – 2014. – №4 (44) – с. 53 – 60.
7. Доступно на сайте: http://www.uz.gov.ua/cargo_transportation/general_information/indicators_of_transit/.
8. Доступно на сайте: <http://www.railway-technology.com/contractors/yard/ime-autolift/>.
9. Доступно на сайте: http://www.macton.com/pdf/Portabl_Car_Hoist_System.pdf.
10. Доступно на сайте: <http://www.mechan.co.uk/>.
11. Product Information HYWEMA®.de, 2014-03-25, FLVN, Data Sheet Technic_GB.doc.
12. Доступно на сайте: http://www.cespaitaly.com/eng/production/v_train.aspx.
13. Доступно на сайте: http://cqhtjd.en.alibaba.com/product/60242370355-213797199/Railway_rolling_stock_30T_lifting_Jack.html.
14. Доступно на сайте: <http://vagonnik.ru/katalog/67>.
15. Доступно на сайте: <http://www.zdm.ru/products/ustanovki-domkratnyie-staczionarnyie-uds-120-160-200>.
16. Доступно на сайте: www.whitingcorp.com.
17. Доступно на сайте: <http://www.krgv.com.ua/?page=cat2>.