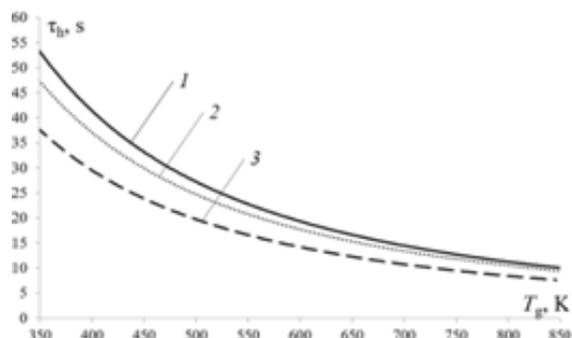


850 К) температурах нагрева. Формирование такого слоя с низкой теплопроводностью увеличивало время существования капель суспензий в высокотемпературной газовой среде.



*Рис. 2* Времена полного испарения неоднородных капель жидкости объемом 5 мкл с массовыми концентрациями мелких (диаметром 0.05 мкм) графитовых частиц 1 % (2) и 2 % (3), а также без добавления частиц (1)

### Заключение

Установлено, что неоднородная капля суспензии объемом 5 мкл с массовой концентрацией мелких графитовых включений 2 % испаряется быстрее (до 30 %), чем неоднородная капля воды такого же объема. Сделано предположение о формировании парового слоя у поверхности неоднородных капель жидкости при их испарении в высокотемпературной (850 К) газовой среде, который увеличивает времена существования капель.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента Российской Федерации (МД-2806.2015.8).

### Литература

1. Kuznetsov G.V., Piskunov M.V., Strizhak P.A. Evaporation, boiling and explosive breakup of heterogeneous droplet in a high-temperature gas// International Journal of Heat and Mass Transfer. – 2016. – V. 92. P. 360–369.
2. Volkov R.S., Kuznetsov G.V., Strizhak P.A. Experimental investigation of mixtures and foreign inclusions in water droplets influence on integral characteristics of their evaporation during motion through high-temperature gas area//International Journal of Thermal Sciences. – 2015. – V. 88. – P. 193–200.

## ГРУЗОПОДЪЕМНЫЕ УСТРОЙСТВА МОРСКИХ СУДОВ ПОВЫШЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

**В.П. Бурков<sup>1</sup>, Д.Е. Жарченко<sup>1</sup>, Р.Н. Кахиев<sup>2</sup>**

Научный руководитель доцент Ю.А. Орлов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия*

<sup>2</sup>*Томский государственный архитектурно-строительный университет,  
г. Томск, Россия*

При изучении шельфа Арктики и прибрежных зон Арктических морей, применяют специальные дорогостоящие технические средства. Перемещение этих средств осуществляется грузоподъемными устройствами (ГУ) морских судов. Инциденты и аварии ГУ могут привести к серьезному материальному ущербу

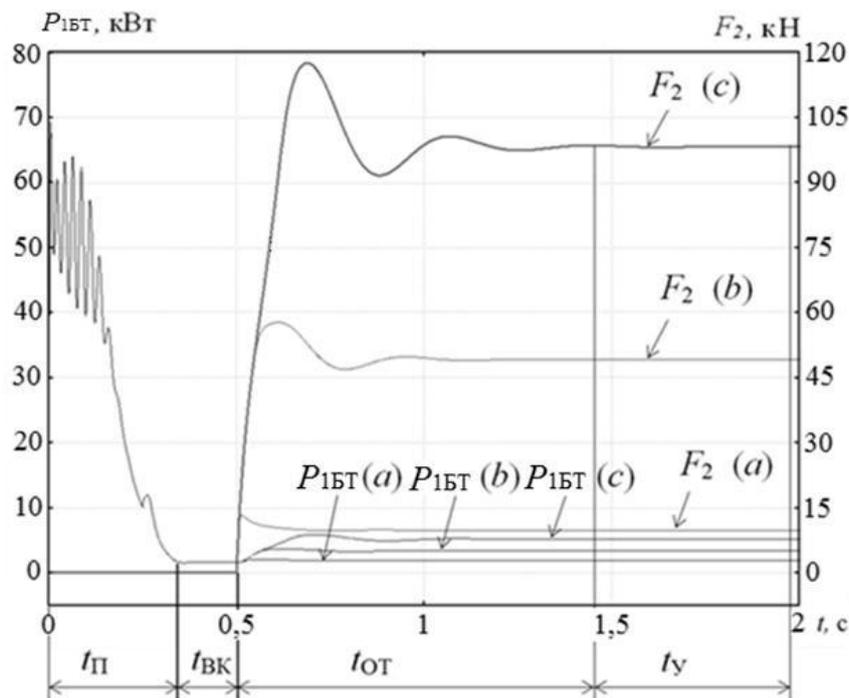
**СЕКЦИЯ 6. СЕВЕРНЫЙ МОРСКОЙ ПУТЬ В АРКТИКЕ И ЕГО ПЕРСПЕКТИВЫ.  
СОВРЕМЕННОЕ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЕ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ  
АРКТИКИ**

(порча и потеря оборудования) и человеческим жертвам. В связи с чем, вопросам повышения надежности и безопасности эксплуатации ГУ морских судов придается большое значение.

Действующими правилами НД 2-020101-083 предписывается оснащение ГУ ограничителями грузоподъемности и регистраторами параметров, действие которых основано на использовании датчиков усилий, которые являются единственным каналом информации о величине эксплуатационных нагрузок [2].

Для повышения надежности и безопасности эксплуатации ГУ, предлагается использовать резервный канал информации, основанный на энергетическом мониторинге приводного двигателя грузоподъемной лебедки [1].

Известно, что активная потребляемая мощность приводного двигателя ( $P_1$ ) зависит от приведенной нагрузки к его валу, что и позволяет при наличии зависимостей  $P_1 = (m_r)$ ,  $P_1 = (M_T)$ , ( $m_r$  – масса перемещаемого груза,  $M_T$  – тормозной момент) контролировать эксплуатационные нагрузки и техническое состояние ГУ (Рисунок 1) [3].



**Рис. 1. Зависимость потребляемой активной мощности и усилия от времени**

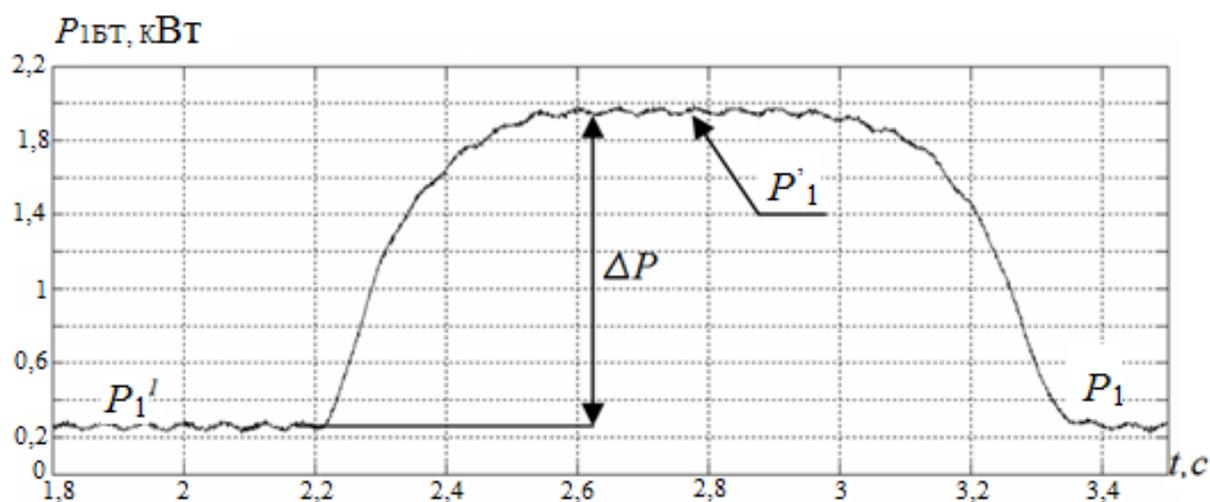
На рисунке 1 показаны значения потребляемой активной мощности ( $P_{1БТ}(a)$ ,  $P_{1БТ}(b)$ ,  $P_{1БТ}(c)$ ) и усилия в полиспасте грузоподъемной лебедки ( $F_2(a)$ ,  $F_2(b)$ ,  $F_2(c)$ ) от времени при пуске и в установившемся режиме работы: где (a), (b), (c) – груз массой 1000, 5000, 10000 соответственно, кг;  $t_П$  – время пуска электропривода;  $t_{ВК}$  – продолжительность выбора слабины каната, с;  $t_{ОТ}$  – отрыв груза и продолжительность колебаний груза, с;  $t_У$  – установившейся режим подъема, с.

Дополнительным преимуществом использования энергетического мониторинга, является то, что при отказе датчика усилия, работоспособность

ограничителя грузоподъемности и регистратора параметров обеспечивается за счет резервного канала информации о величине нагрузок.

Одним из ответственных узлов любого механизма подъема является тормоз, отказ которого может привести к падению груза.

Еще одно преимущество энергетического мониторинга, это возможность контроля технического состояния тормоза по критерию работоспособности, определяемое величиной тормозного момента. Для того чтобы выделить мощность, потребляемую на преодоление тормозного момента из всей потребляемой активной мощности лебедки, необходимо, сначала измерить мощность приводного двигателя при работе лебедки на холостом ходу  $P_1$ , а затем измерить мощность потребляемую приводом при кратковременном замыкании тормоза  $P'_1$  (Рисунок 2). Разница мощностей  $P_1 - P'_1 = \Delta P$  это мощность, потребляемая на преодоление тормозного момента.



**Рис. 2. Осциллограмма потребляемой активной мощности при работе ГУ**

#### Литература

1. Мониторинг параметров приводного двигателя механизма подъема электрического крана / Д.П. Столяров, Ю.А. Орлов, Г.И. Однокопылов, Д.Ю. Орлов, И.Г. Однокопылов; Том. гос. архит.-строит. ун-т., – Томск, 2008. – 11 с. – Рус. деп. в ВИНТИ 04.05.08 № 377-В2008.
2. НД 2-020101-083. Правила по оборудованию морских судов. Правила по грузоподъемным устройствам морских судов. Правила о грузовой марке морских судов.
3. Энергетический мониторинг электроприводов как средство повышения надежности и безопасности эксплуатации подъемных сооружений / Ю.А. Орлов, Д.Ю. Орлов, Д.П. Столяров, Р.Н. Кахиев, // Современные тенденции в науке и образовании: Сборник научных трудов по материалам научно–практической конференции 3 марта 2014 г. В 6 частях. Часть III. М.: «АР-Консалт», 2014 г. – 175 с.