

# Трансформаторы для отрасли — «локомотива»

Специальная рабочая группа Комитета по управлению стандартизацией Международной электротехнической комиссии (МЭК) определила приоритеты обеспечения энергоэффективности в различных сферах общественного производства и потребления. Одно из важных направлений — эффективность функционирования энергетических установок в промышленности, в частности установок электроцентробежных насосов (УЭЦН) нефтяных скважин.



**Юрий САВИНЦЕВ,**  
генеральный директор  
ЗАО «Корпорация  
«Русский  
трансформатор»  
(Москва),  
кандидат технических  
наук

Это связано с тем, что в российской нефтедобывающей отрасли наблюдается устойчивая тенденция возрастания удельного веса добычи нефти механизированными способами. При этом приоритетной технологией является использование УЭЦН. На сегодняшний день с помощью данных установок извлекается более половины от всей добываемой нефти. УЭЦН оснащено 54,8% российского парка нефтяных скважин (по данным Маркетинговой группы «Текарт» на март 2010 года).

Задачи обеспечения энергосбережения и жесткого контроля расходования электроэнергии при нефтедобыче поставили на повестку дня вопросы систематизации порядка расчетов энергопотребления УЭЦН в повседневной практике закупки этого вида оборудования нефтедобывающими компаниями. Энергетические показатели УЭЦН и их расчет с использованием общеизвестных зависимостей подробно рассмотрены в опубликованной в 2010 году статье «Об энергетических показателях УЭЦН». Авторами сделан фундаментальный (в плане корректировки

нормативно-технической документации всех компонентов УЭЦН) вывод: «в соответствии с ГОСТ 51541-99 «Энергетическая эффективность. Состав показателей» в нормативные документы установок должны быть внесены основные показатели энергосбережения и энергетической эффективности их применения».

Одним из элементов установки электроцентробежных насосов является силовой повышающий трансформатор, который в силу специфики условий работы имеет у производителей трансформаторного оборудования специальное наименование — ТМПН (Г). За прошедший год проблема энергоэффективности силовых трансформаторов стала еще более актуальной. После кризиса 2009 г. трансформаторные заводы вынуждены повышать цены на производимое оборудование. Этим беззащитно пользуются продавцы так называемой продукции «с хранения», получая прибыль на желании покупателя сэкономить сотню-другую тысяч рублей. При этом обе стороны совершенно не задумываются о том, что у такого оборудования потери мощности выше на

20–30%. Выдаваемое за «находившееся на консервации» оборудование на самом деле было подвергнуто ремонту, а любой ремонт трансформатора существенно ухудшает его КПД.

В нефтедобывающей отрасли, как правило, закупается только новое оборудование. Но при этом многие десятки тысяч трансформаторов, находящихся в эксплуатации, подвергаются модернизации для увеличения количества ступеней регулирования напряжения по высокой стороне, что также существенно ухудшает характеристики энергоэффективного оборудования.

Таким образом, задача повышения энергоэффективности оборудования в нефтедобывающей отрасли имеет две составляющие:

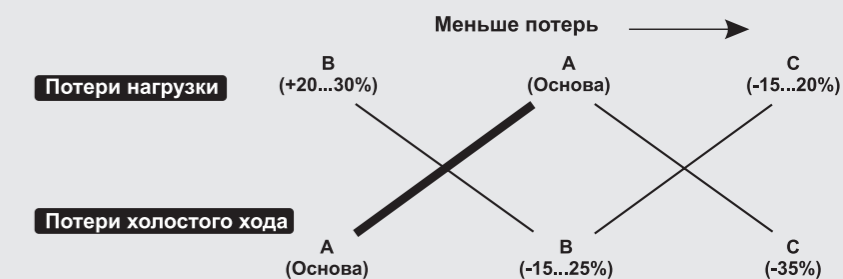
- обеспечение замены, а не так называемой модернизации устаревшего трансформаторного оборудования;
- формирование технических требований на вновь закупаемое оборудование, в которых будут указаны более прогрессивные электротехнические параметры трансформаторов.

Очевидно, что в нормативно-технической документации на вновь производимое и закупаемое трансформаторное оборудование для нефтедобывающей отрасли должны быть введены дополнительные показатели, которые позволят четко определить энергоэффективные характеристики трансформаторов.

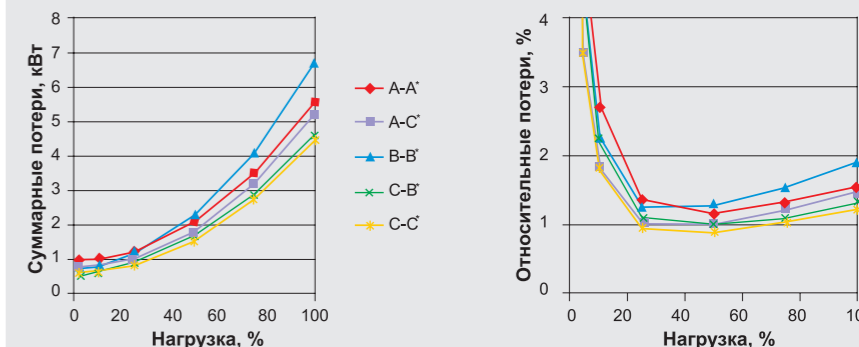
В таблице 1 приведены значения допустимых потерь нагрузки (короткого замыкания) и холостого хода по нормам европейских документов гармонизации HD428.1 и HD538.1. Для масляных трансформаторов допускается три уровня потерь: А, В и С. При несоответствии во время испытаний завод-производитель либо отбраковывает трансформатор, либо согласовывает с покупателем величину денежной компенсации. Если фактические величины потерь у трансформаторов существенно лучше требований, производитель может получить от покупателя дополнительное вознаграждение. Аналогично и с потерями холостого хода. Здесь для масляных трансформаторов допускается также три уровня предельных потерь: А', В' и С'.

Таким образом, норматив HD428 дает возможность выбора трех уровней потерь нагрузки и трех — холостого хода от наименее эффективной комбинации А-А' до наиболее эффективной С-С'. Хотя теоретически существует девять возможных комбинаций, норматив HD428 допускает лишь пять из них (рис. 1). На рисунке 1 комбинация А-А' принята за базис сравнения (выделена жирной линией, приведенные значения (%) вычислены от этого базиса). У значений суммарных потерь (нагрузки и холостого хода) между крайними значениями, а именно комбинациями А-А' и С-С', разница достигает около 1,5 кВ.

На рисунке 2 слева приведена зависимость суммарных потерь трансформатора номинальной мощностью 400 кВ·А от величины нагрузки для различных комбинаций уровней энергоэффективности. На рисунке 2 справа представлены относительные потери трансформатора в зависимости от нагрузки, которые равны 100% минус эффективность. Этот график показывает, что минимальные величины потерь приходится



**Рис. 1.** Допустимые комбинации потерь короткого замыкания и холостого хода



**Рис. 2.** Потери трансформатора мощностью 400 кВ·А в зависимости от величины нагрузки

на нагрузки, равные примерно 50% номинальной мощности. При этом, если трансформаторы уровней А-А' и В-В' имеют различные оптимальные с точки зрения снижения потерь диапазоны нагрузки, то трансформаторы уровня С-С' имеют величину потерь в любом случае на 20–30% меньше, чем А-А' и В-В'.

Сравнивая данные таблиц 1 и 2, легко определить, что характеристики лучших по энергоэффективности российских трансформаторов на 30% «не дотягивают» до норм европейских стандартов. Это означает, что российская нефтедобывающая отрасль переплачивает за низкую энергоэффективность используемого трансформаторного оборудования значительные средства, которые могли бы пойти на ее инновационное развитие.

Очевидно, что необходимо внедрять как инновационные материалы и оборудование в производство трансформаторов для УЭЦН (аморфная сталь, уменьшение толщины пластин сердечника, косой стык и др.), так и корректировать нормативно-техническую документацию, вводя в нее дополнительные показатели, позволяющие четко определить энергоэффективность трансформатора. И нефтедобывающая отрасль может выступить тем локомотивом, который поведет за собой все другие отрасли отечественного промышленного производства в область энергоэффективности и энергосбережения. ■

**НЕОБХОДИМО НЕ ТОЛЬКО ВНЕДРЯТЬ ИННОВАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ОБОРУДОВАНИЕ В ПРОИЗВОДСТВО ТРАНСФОРМАТОРОВ ДЛЯ УЭЦН, НО И КОРРЕКТИРОВАТЬ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКУЮ ДОКУМЕНТАЦИЮ**

**Таблица 1.**  
Нормы потерь силовых распределительных трансформаторов по европейским документам гармонизации HD428.1 и HD538.1

Номинальная мощность кВ·А	Потери нагрузки (короткого замыкания)				Потери холостого хода			
	С масляным охлаждением (HD428) до 24 кВ			Сухого типа (HD538)	С масляным охлаждением (HD428) до 24 кВ			Сухого типа (HD538)
	Список А	Список В	Список С	12 кВ основной <sup>2</sup>	Список А'	Список В'	Список С'	12 кВ основной <sup>2</sup>
100	1 750	2 150	1 475	2 000	320	260	210	440
160	2 350	3 100	2 000	2 700	460	375	300	610
250	3 250	4 200	2 750	3 500	650	530	425	820
400	4 600	6 000	3 850	4 900	930	750	610	1 150

**Таблица 2.**  
Потери в трансформаторах для питания УЭЦН основных заводов-производителей России и СНГ

Номинальная мощность кВ·А	Потери нагрузки (короткого замыкания)				Потери холостого хода			
	С масляным охлаждением, российские заводы			СНГ	С масляным охлаждением, российские заводы			СНГ
	Самара-Электроцит	Алттранс	БирЗСТ	МЭТЗ им. Козлова	Самара-Электроцит	Алттранс	БирЗСТ	МЭТЗ им. Козлова
100	2400	2000	1950	1970	310	270	290	290
160	2900	2800	2650	2650	480	420	420	440
250	4100	3900	3900	3700	700	530	580	650
400	6100	5900	5900	5800	900	800	900	900



**Корпорация «Русский Трансформатор»**  
121596 Москва, ул. Горбунова, 7, корп. 4  
Тел.: (495) 447-05-66, 916-56-66  
E-mail: info@rus-trans.com  
[www.rus-trans.com](http://www.rus-trans.com); [www.трансформатор.рф](http://www.трансформатор.рф)