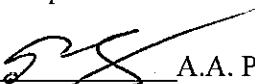


Утверждаю:  
Главный энергетик  
ОАО «Уралкалий»

  
А.А. Рюмкин

Согласовано:



Э.К. Стрельцов

Отчет по результатам опытно-промышленных испытаний  
контроллера-оптимизатора EnergySaver серий ESM производства  
ООО "Эффективные Системы" (г. Москва)

Пермь, 2013

## 1. Методика испытаний

Контроллеры ЭнерджиСейвер (устройства плавного пуска с функцией энергосбережения и коррекции коэффициента мощности) занимают промежуточное положение между устройствами плавного пуска и преобразователями частоты. Могут применяться для оптимизации энергопотребления электродвигателей, изменение скорости вращения роторов которых, в соответствии с технологическим процессом, невозможно или нецелесообразно в том случае, если двигатели работают в недогруженном режиме (например, выбраны со значительным конструктивным запасом) или технологический процесс предполагает значительное время работы электродвигателя в режиме холостого хода.

Для проведения испытаний, цель которых установить эффективность внедрения контроллеров-оптимизаторов на электродвигателях технологических установок ОАО «Уралкалий», был выбран двигатель конвейера №5с-1 ФПР БКПРУ-1 модель ВАО-82-6, номинальной мощностью 40 кВт.

Режим работы конвейера продолжительный, коэффициент загрузки электродвигателя менее 0,5, технологический процесс предполагает значительное время работы в режиме холостого хода.

Электродвигатель конвейера работал через контроллер в режиме экономии с 16:00 30.07.2013 г. по 16:00 31.07.13.

С 16:00 31.07.2013 г. по 16:00 01.08.2013 г. контроллер-оптимизатор был исключен из схемы управления электродвигателем конвейера.

Показания энергопотребления на отрезке времени с 16:00 30.07.2013 г. по 16:00 01.08.2013 г. регистрировались счетчиком электрической энергии ПСЧ-3АРТ-07Д.132.

Уровень нагрузки и показания по фактической выгрузке продукции за рассматриваемый период времени были получены от технологической службы ФПР БКПРУ-1.

На основании фактических данных уровня нагрузки продукции на конвейер и потребления электрической энергии приводом конвейера, был проведен анализ эффективности работы контроллера - оптимизатора на предмет энергосбережения, по потреблению электрической энергии двигателем конвейера №5с-1 в следующих режимах:

1. Под управлением контроллера – оптимизатора (в настройках контроллера установлен  $\cos(\varphi) = 0,92$ ), и с исключением контроллера – оптимизатора из схемы управления. Период испытаний с 16:00 30.07.2013г. по 16:00 01.08.2013г. Показания регистрировались счетчиком электрической энергии.
2. Под управлением контроллера – оптимизатора (в настройках контроллера установлен  $\cos(\varphi) = 0,95$ ), и с исключением контроллера – оптимизатора из схемы управления. Период испытаний 09.08.2013г. по 25 минут. Показания регистрировались анализатором качества и количества электрической энергии.

## 2. Перечень используемого оборудования для измерения

- Счетчик электрической энергии трехфазный статический ПСЧ-3АРТ-07Д.132;
- Программный комплекс предназначенный для контроля технологических параметров WinCC OnlineTrendCtrl Curves CP-RT.
- Анализатор качества электрической энергии CIRCUTOR AR.5M.

## 3. Анализ эффективности установки контроллера – оптимизатора в режиме - 1 (в настройках установлен $\cos(\varphi)=0,92$ )

Для анализа эффективности применения контроллеров – оптимизаторов из данных представленных технологической службой ФПР БКПРУ-1 были выделены периоды с одинаковой нагрузкой на двигатель – без нагрузки на ленту конвейера, т.е. механизм работал в режиме холостого хода, а нагрузка на вал двигателя обеспечивалась только лентой конвейера. Таким образом, для анализа были выбраны одинаковые периоды №1,3,6. В периоды №2 и №5 была подана нагрузка на конвейер, в период №4 было переключение схемы на работу без контроллера-оптимизатора.

Исходные данные потребления электрической энергии, выгруженные со счетчика ПСЧ-3АРТ-07Д.132.

Таблица №1, Данные о потреблении электроэнергии

Период №	Дата	Время	Активная мощность, кВт	Реактивная мощность, кВАр	Электроэнергия, кВт.ч
	30.07.2013	16:00	0,4807	0,7263	2,4035
	30.07.2013	16:30	0,5094	0,8005	2,547
	30.07.2013	17:00	0,5075	0,7976	2,5375
	30.07.2013	17:30	0,4365	0,7541	2,1825
	30.07.2013	18:00	0,4511	0,7609	2,2555
	30.07.2013	18:30	0,4642	0,7698	2,321
	30.07.2013	19:00	0,4571	0,7643	2,2855
	30.07.2013	19:30	0,4519	0,7626	2,2595
	30.07.2013	20:00	0,4463	0,7596	2,2315
	30.07.2013	20:30	0,4372	0,7551	2,186
	30.07.2013	21:00	0,4441	0,7619	2,2205
1	30.07.2013	21:30	0,3597	0,7255	1,7985
	30.07.2013	22:00	0,3501	0,7206	1,7505
	30.07.2013	22:30	0,3466	0,7195	1,733
	30.07.2013	23:00	0,3475	0,7165	1,7375
	30.07.2013	23:30	0,3492	0,7173	1,746
	30.07.2013	0:00	0,3486	0,7179	1,743
	30.07.2013	0:30	0,3507	0,7203	1,7535
	30.07.2013	1:00	0,3498	0,7193	1,749
	30.07.2013	1:30	0,3721	0,7283	1,8605
	31.07.2013	2:00	0,4459	0,7578	2,2295
	31.07.2013	2:30	0,4633	0,7668	2,3165

	31.07.2013	3:00	0,4433	0,7592	2,2165
2	31.07.2013	3:30	0,3491	0,7207	1,7455
	31.07.2013	4:00	0,3505	0,7204	1,7525
	31.07.2013	4:30	0,3499	0,7212	1,7495
	31.07.2013	5:00	0,3487	0,7225	1,7435
	31.07.2013	5:30	0,353	0,7249	1,765
	31.07.2013	6:00	0,3694	0,7334	1,847
	31.07.2013	6:30	0,3536	0,7268	1,768
	31.07.2013	7:00	0,4361	0,7624	2,1805
	31.07.2013	7:30	0,4307	0,7547	2,1535
	31.07.2013	8:00	0,4614	0,7675	2,307
	31.07.2013	8:30	0,4396	0,7527	2,198
	31.07.2013	9:00	0,4325	0,7472	2,1625
3	31.07.2013	9:30	0,3479	0,7127	1,7395
	31.07.2013	10:00	0,347	0,7117	1,735
	31.07.2013	10:30	0,3489	0,7132	1,7445
	31.07.2013	11:00	0,3495	0,7127	1,7475
	31.07.2013	11:30	0,3513	0,7136	1,7565
	31.07.2013	12:00	0,3515	0,713	1,7575
	31.07.2013	12:30	0,3523	0,7136	1,7615
	31.07.2013	13:00	0,354	0,7137	1,77
	31.07.2013	13:30	0,395	0,73	1,975
	31.07.2013	14:00	0,4446	0,7484	2,223
4	31.07.2013	14:30	0,4568	0,756	2,284
	31.07.2013	15:00	0,3615	0,7153	1,8075
	31.07.2013	15:30	0,3615	0,7154	1,8075
	31.07.2013	16:00	0,3653	0,8253	0,8265
	31.07.2013	16:30	0,3517	0,8766	1,7585
	31.07.2013	17:00	0,3842	0,9597	1,921
	31.07.2013	17:30	0,3844	0,9587	1,922
	31.07.2013	18:00	0,4616	0,9489	2,308
	31.07.2013	18:30	0,4637	0,9481	2,3185
	31.07.2013	19:00	0,4613	0,9591	2,3065
	31.07.2013	19:30	0,4622	0,9625	2,311
	31.07.2013	20:00	0,4683	0,9646	2,3415
	31.07.2013	20:30	0,4776	0,9607	2,388
	31.07.2013	21:00	0,4731	0,955	2,3655
	31.07.2013	21:30	0,3966	0,967	1,983
	31.07.2013	22:00	0,3827	0,9733	1,9135
	31.07.2013	22:30	0,384	0,9757	1,92
	31.07.2013	23:00	0,382	0,9763	1,91
	31.07.2013	23:30	0,3849	0,9717	1,9245
	31.07.2013	0:00	0,3793	0,9698	1,8965
	31.07.2013	0:30	0,3879	0,9754	1,9395
	31.07.2013	1:00	0,3899	0,9825	1,9495
	31.07.2013	1:30	0,4542	0,9694	2,271

	01.08.2013	2:00	0,4714	0,9666	2,357
	01.08.2013	2:30	0,4655	0,9663	2,3275
	01.08.2013	3:00	0,4772	0,9627	2,386
	01.08.2013	3:30	0,4632	0,9651	2,316
	01.08.2013	4:00	0,3878	0,9745	1,939
	01.08.2013	4:30	0,3769	0,9786	1,8845
	01.08.2013	5:00	0,3778	0,9786	1,889
	01.08.2013	5:30	0,379	0,9772	1,895
	01.08.2013	6:00	0,3766	0,9764	1,883
	01.08.2013	6:30	0,3916	0,9778	1,958
	01.08.2013	7:00	0,474	0,9725	2,37
	01.08.2013	7:30	0,4735	0,9744	2,3675
	01.08.2013	8:00	0,4497	0,926	2,2485
	01.08.2013	8:30	0,4732	0,9651	2,366
	01.08.2013	9:00	0,4677	0,9583	2,3385
	01.08.2013	9:30	0,4502	0,9628	2,251
5	01.08.2013	10:00	0,4402	0,9817	2,201
	01.08.2013	10:30	0,3659	0,9785	1,8295
	01.08.2013	11:00	0,3705	0,9761	1,8525
	01.08.2013	11:30	0,3721	0,9735	1,8605
	01.08.2013	12:00	0,375	0,9673	1,875
	01.08.2013	12:30	0,3749	0,9674	1,8745
	01.08.2013	13:00	0,3768	0,9683	1,884
	01.08.2013	13:30	0,4441	0,9709	2,2205
	01.08.2013	14:00	0,4607	0,965	2,3035
6	01.08.2013	14:30	0,3894	0,9716	1,947
	01.08.2013	15:00	0,3685	0,9744	1,8425
	01.08.2013	15:30	0,3703	0,9754	1,8515
	01.08.2013	16:00	0,3718	0,9833	1,859
	01.08.2013	16:30	0,3715	0,9784	1,8575
	01.08.2013	17:00	0,3736	0,9743	1,868
	01.08.2013	17:30	0,3734	0,9744	1,867
	01.08.2013	18:00	0,3728	0,9772	1,864

Таблица №2 Результаты сравнения энергопотребления привода конвейера под управлением контроллера и без контроллера

	Сравнение 1 - 6 периодов	Сравнение 1 - 6 периодов	Сравнение 1 - 6 периодов	Сравнение 3 - 6 периодов
Период сравнения, час	3:30	2:30	3:00	3:00
Разница (экономия), %	6,32%	6,12%	6,34%	6,50%

4. Анализ эффективности установки контроллера – оптимизатора в режиме - 2  
(в настройках установлен  $\cos(\varphi)=0,95$ )

Таблица №3 Результаты сравнения энергопотребления привода конвейера под управлением контроллера и без контроллера

Режим работы	Среднее напряжение, В	Средний ток, МА	Экономия	Средний $\cos\varphi$	Средняя полная мощность, В*МА	Экономия	Средняя активная мощность, Вт		Экономия	Средняя реактивная мощность, Вар	Экономия	Активная энергия, кВт*час		Экономия	Реактивная энергия, Вар*час		Экономия
							без контроллера	через контроллер - $\cos(\varphi) = 0,95$				без контроллера	через контроллер - $\cos(\varphi) = 0,95$		без контроллера	через контроллер - $\cos(\varphi) = 0,95$	
	397,13	28 853,79	19,14 %	0,33	19 963,53	19,30 %	6 677,32	9,44 %	18 773,36	25,90 %	2 802,26	9,39 %	7 856,61	25,85 %	5 825,56		
	396,43	23 329,95		0,37	16 109,59		6 046,96		13 911,93		2 539,04						

## 5. Выводы

Проводимые ранее испытания на двигателе флотомашины мощностью 30кВт не показали экономии потребления активной мощности, что обусловлено значительной нагрузкой двигателя более 60%.

При выборе позиции, на которой предполагается установить контроллер-оптимизатор, необходимо руководствоваться условием, чтобы нагрузка двигателя была менее 50%.

При проведении испытаний выявлено, что чем больше коэффициент мощности ( $\cos(\varphi)$ ) установлен в настройках контроллера-оптимизатора, тем большую эффективность потребления активной мощности показывает данное оборудование. Однако следует учитывать, что если нагрузка двигателя в процессе работы значительно возрастет, то существенное завышение коэффициента мощности в настройках контроллера от номинального значения двигателя, может привести к остановке или к отказу от запуска двигателя, что показали испытания на флотомашине. При этом необходимо будет изменять данный параметр в настройках оборудования в меньшую сторону. Таким образом, при проведении пуско-наладочных работ необходимо устанавливать в настройках контроллера такой коэффициент мощности, чтобы он обеспечивал максимальную эффективность, а также стабильную работу оборудования в различных режимах работы.

В процессе проведения испытаний на конвейере №5с-1 двигатель под нагрузкой в различных режимах работал стабильно. Пуск конвейера осуществлялся при холостой ленте, провести пуск двигателя при нагруженной ленте не представлялось возможным.

Опытно-промышленные испытания котроллера-оптимизатора серии ESM производства ООО «Эффективные системы» на электродвигателе конвейера №5с-1 показали следующее:

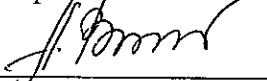
- при установке в настройках контроллера  $\cos(\varphi) = 0.92$ , экономия потребления активной электроэнергии составляет от 6,1% до 6,5%.

- при установке в настройках контроллера  $\cos(\varphi) = 0.95$ , экономия потребления активной электроэнергии составляет 9,4%. Кроме того зафиксировано, что экономия потребления реактивной электроэнергии составляет 25,85%, что в свою очередь, при комплексном применении данного оборудования на производстве позволит снизить потери на передачу электроэнергии в сетях.

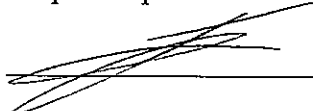
Согласовано:

Представители  
ОАО «Уралкалий»:

Главный специалист по  
энергосбережению в эл. системах


  
Вакенгут А.Г.

Руководитель проектов  
энергосбережения

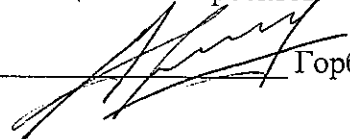
  
Калнынь М.Ю.

Представители  
ЗАО «ЭНЕРГОСЕРВИС»:

Ведущий инженер группы энергосбережения  
и инновационных проектов

  
Черномырдин С.Ю.

Руководитель группы энергосбережения и  
инновационных проектов

  
Горбунов А.А.