Повышение ресурсоэффективности эксплуатации насосных агрегатов с применением регулируемого привода

**Быков Р.С., студент,
Национальный исследовательский
Томский политехнический университет,
г. Томск
E-mail: bykov.roman93@gmail.com**

**Научный руководитель:
к.х.н., доцент Чухарева Н.В.**

Сейчас, как никогда прежде, в нефтегазовой отрасли растет актуальность уменьшения затрат на производство за счет внедрения мероприятий по повышению энерго- и ресурсоэффективности.

В нефтепроводном транспорте на перекачку нефти расходуется около 98,5 % от общего расхода электроэнергии [2, 4]. Анализ работы магистральных нефтепроводов (МН) показывает, что существующие методы автоматизированного контроля и управления режимами работы МН не в полной мере учитывают постоянные изменения внешних факторов эксплуатации, недостаточно освещены вопросы регулирования при изменении вязкости перекачиваемых партий нефти. В связи с этим наибольший практический интерес представляет поиск решений для существующих проблем.

На данный момент самым распространенным методом регулирования является дросселирование, т.к. он прост в техническом исполнении. Но этот метод регулирования неэкономичен, т.к. НПС непроизводительно развивает излишний напор, что делает дороже транспорт нефти в связи с перерасходом энергии. Решением данной проблемы может служить использование частотно-регулируемого электрического привода (ЧРП), преимущества которого заключаются в экономии энергозатрат за счет отказа от дросселирования; повышении надежности и долговечности работы перекачивающего агрегата благодаря «мягкому» пуску и остановке насоса; уменьшению рабочего давления в трубах, из-за исключения работы регуляторов давления.

При использовании в качестве системы автоматического регулирования давления на НПС нефтеперекачивающих агрегатов с ЧРП, количество плановых технологических режимов возрастает. Также возникает возможность при изменении физических параметров перекачиваемой нефти и эффективного диаметра трубопровода обеспечить заданную производительность без изменения потребляемой мощности [1].

Таким образом, возникает задача определения максимального изменения вязкости перекачиваемой нефти и эффективного диаметра нефтепровода, при котором мощность электроэнергии, затрачиваемой одной НПС на перекачку увеличится не более чем на 2 % от планируемого значения [3].

При фиксированном значении расхода перекачки и эффективного диаметра определим изменение вязкости перекачиваемой нефти, при котором мощность электроэнергии, затрачиваемой одной НПС на перекачку, увеличится не более чем на 2% от планируемого значения.

$$\frac{v_{факт}}{v_{план}} = \left(1,02 + 0,02 \frac{(\Delta z + \Delta h_{под}) d^{4,75}}{Q^{1,75} \beta L v_{план}^{0,25}} \right)^4. \quad (1)$$

Анализируя формулу (1), можно видеть, что минимальное отношение фактического и планируемого значения вязкости будет при максимальных значениях длины перегона, планируемой вязкости нефти и минимальных значениях диаметра нефтепровода, разности высотных отметок и значений подпоров.

Таблица 1

Гидравлические параметры для нефтепроводов при минимальном отношении $v_{факт}/v_{план}$

$D_y, мм$	$L_{max}, км$	$Q_{max}, м^3/с$	$\Delta z_{min}, м$	$\Delta h_{min}, м$	$v_{план}, макс, сСт$	$v_{план}, макс, м^2/с$	$v_{факт}/v_{план}$	$v_{факт}, макс, сСт$
700	120	0,66942894	-250	0	25	0,000025	1,045	26,13
800	100	0,95129376	-250	0	25	0,000025	1,037	25,93
1000	100	1,93782062	-250	0	25	0,000025	1,045	26,12
1200	80	3,1709792	-250	0	25	0,000025	1,067	26,66

Таким образом, минимальное значение отношения фактического и планируемого значения вязкости не превышает 3,7 %.

При фиксированном значении расхода перекачки и вязкости перекачиваемой нефти определим изменение эффективного диаметра, при котором мощность электроэнергии, затрачиваемой одной НПС на перекачку, увеличится не более чем на 2 % от планируемого значения.

$$\frac{d_{факт}}{d_{план}} = \left(\frac{\beta Q^{1,75} v^{0,25} L}{1,02 \beta Q^{1,75} v^{0,25} L + 0,02 (\Delta z + \Delta h_{под}) d_{план}^{4,75}} \right)^{0,21}. \quad (2)$$

Анализируя формулу (2), можно видеть, что минимальное отношение фактического и планируемого значения эффективного диаметра нефтепровода будет при максимальных значениях разности высотных отметок и значений подпоров, планируемого эффективного диаметра.

Таблица 2

Гидравлические параметры для различных значений длины нефтепровода при максимальном отношении $D_{у факт}/D_{у план}$

$v, сСт$	$L, км$	$Q, млн. т/год$	$Q, м^3/с$	$\Delta z_{max}, м$	$\Delta h_{max}, м$	$D_{у план}, мм$	$D_{у факт}/D_{у план}$	$D_{у факт}, мм$
25	120	19	0,66942894	-250	0	700	0,9977	698
25	100	27	0,95129376	-250	0	800	0,9981	798
25	100	55	1,93782062	-250	0	1000	0,9977	998
25	80	90	3,1709792	-250	0	1200	0,9966	1196

Минимальное изменение эффективного диаметра нефтепровода, при котором мощность электроэнергии, затрачиваемой одной НПС на перекачку, увеличится более чем на 2 %, соответствует 0,19 %.

В качестве примера рассмотрен существующий магистральный нефтепровод «Омск-Иркутск» $D_y 700$ мм. Все НПС технологического участка «Альметьевск – Староликеево» оборудованы 4 магистральными насосными агрегатами НМ 2500-230 с

электродвигателями 2АЗМВ1 (3 работающих, 1 резервный). Расчеты проводились для 23-х значений расхода перекачки. Результаты расчета представлены в таблице 3.

Таблица 3

Результаты гидравлического расчета магистрального нефтепровода «Альметьевск - Староликеево»

Q, м ³ /ч	Анжиро-Судженск				Чулым					Барабинск					Омск
	n ₁	n ₂	n ₃	P _{вых}	h _{под}	n ₁	n ₂	n ₃	P _{вых}	h _{под}	n ₁	n ₂	n ₃	P _{вых}	
1430	0	0	0,96	2,721	29,3	0	0	0,55	1,384	29,7	1,09	0	0,59	3,886	25,8
1400	0	0	0,91	2,61	29,2	0	0	0,53	1,343	29,8	1,09	0	0,53	3,759	26,8
1380	0	0	0,88	2,543	30	0	0	0,51	1,306	28,7	1,09	0	0,49	3,664	26,2
1360	0	0	0,85	2,477	30,6	0	0	0,5	1,292	30,3	1,09	0	0,44	3,568	25,3
1340	0	0	0,81	2,387	28,3	0	0	0,49	1,254	28,9	1,09	0	0,41	3,494	26,8
1320	0	0	0,78	2,321	28,7	0	0	0,48	1,238	30,2	1,09	0	0,36	3,395	25,3
1300	0	0	0,75	2,255	29	0	0	0,46	1,197	28,5	1,06	0	0,36	3,318	26,3
1280	0	0	0,72	2,188	29,2	0	0	0,45	1,179	29,5	1,02	0	0,36	3,24	26,9
1260	0	0	0,69	2,121	29,3	0	0	0,44	1,16	30,3	0,98	0	0,36	3,16	27,3
1240	0	0	0,66	2,055	29,3	0	0	0,42	1,116	28,1	0,95	0	0,36	3,079	27,3
1200	0	0	0,6	1,921	28,9	0	0	0,4	1,073	28,9	0,87	0	0,36	2,912	26,5
1160	0	0	0,55	1,811	30,8	0	0	0,37	1,025	29	0,8	0	0,36	2,763	27,3
1020	0	0	0,36	1,388	29,8	0	0	0,36	1,015	47	0	0	0,83	2,256	27,6
1000	0	0	0,36	1,391	36,9	0	0	0,36	1,076	57	0	0	0,76	2,178	26,4
980	0	0	0,36	1,394	43,8	0	0	0,36	1,137	66,8	0	0	0,7	2,121	27,7
960	0	0	0,36	1,397	50,7	0	0	0,36	1,196	76,5	0	0	0,63	2,04	25,9
940	0	0	0,36	1,399	57,4	0	0	0,36	1,254	86	0	0	0,57	1,981	26,6
920	0	0	0,36	1,402	64	0	0	0,36	1,311	95,3	0	0	0,51	1,921	27
900	0	0	0,36	1,404	70,5	0	0	0,36	1,367	104,5	0	0	0,45	1,859	27,1
870	0	0	0,36	1,408	80	0	0	0,36	1,45	117,9	0	0	0,36	1,763	26,6

Проанализировав расчет, можно выделить характерные особенности оптимального режима:

- распределение напоров между НПС, и величина давления на выходе НПС эксплуатационного участка должны быть такими, чтобы подпор перед следующей НПС был равен минимальной величине;

- превышение значения подпора перед НПС над минимальным значением, происходит только в тех случаях, когда на предыдущей НПС работает один насос с минимальной частотой вращения ротора.

Распределение частот вращения роторов нефтеперекачивающих агрегатов на одной НПС выглядит следующим образом:

- если используются 2 насоса, то один работает с максимальной частотой, а второй – с частотой, необходимой для создания минимального подпора перед следующей станцией;

- с уменьшением расхода перекачки, частота вращения ротора второго насоса сокращается до минимального значения, затем она остается постоянной, после чего начинает снижаться частота вращения насоса, работавшего с максимальной частотой.

Список литературы:

1. Быков К.В. Повышение эффективности эксплуатации магистральных нефтепроводов с регулированием частоты вращения насосных агрегатов: диссертация кандидата технических наук. – СПб., 2014. – 138 с.
2. Лазарев Г.Б. Частотно-регулируемый электропривод насосных и вентиляторных установок//Силовая электроника, 2007. – № 3. – С. 41-48.
3. Туманский А.П. Оптимизация режимов транспортировки углеводородных жидкостей по трубопроводам с промежуточными насосными станциями, оборудованными частотно-регулируемым приводом: диссертация кандидата технических наук. – М., 2008. – 137 с.
4. Тырылгин И.В. Методы повышения энерго- и ресурсосбережения на магистральных нефтегазопроводах//Новые технологии – нефтегазовому региону. – Тюмень, 17-27 мая 2011 г. – № 2. – С. 91-94.

Энергетическая оценка энергосберегающих схем системы отопления и вентиляции многоквартирного жилого здания в п. Депутатский

*Герасимов В.П., Алтангэрэл Алтантулга, студенты,
Северо-Восточный федеральный университет,
г. Якутск
E-mail: vasiagerasimov97@gmail.com*

*Научный руководитель:
старший преподаватель Баишева Л.М.*

Системы отопления и вентиляции имеются во всех обитаемых зданиях и требуют значительных затрат топлива и электроэнергии на их нормальное функционирование. В большинстве зданиях, как правило, проектирование систем отопления и вентиляции проводится по годами сложившемуся правилам, без учета современных требований по повышению их энергетической и экологической эффективности. Для создания современных энергосберегающих и экологичных систем отопления и вентиляции требуются новые подходы и требования их проектированию [1].

Одним из первых в республике предприятием, занимающимся внедрением энергосберегающих технологий и сокращением расхода на энергообеспечение, является ОАО «Центр энергоресурсосбережения и новых технологий РС (Я) (ЦЭРС). Свою работу ЦЭРС начала с муниципальной целевой программы «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности Муниципального образования «Усть-Янский улус (район) на 2010 - 2015 годы и на период до 2020 года». На примере пилотного проекта в поселке Депутатском было убедительно показано, что уже в первый год энергосберегающие мероприятия дали экономию более 50 миллионов рублей.

Основными направлениями энергосбережения жилых зданий стали оснащение приборами учета тепловой энергии: установка теплосчетчиков ВЗЛЕТ ТСРВ-022, расходомеров ЭРСВ-440Л, термопреобразователей, балансировочных клапанов. Также,