

Обследование печного блока ООО «ЛУКОЙЛ–Пермнефтеоргсинтез»

С переходом большей части нефтеперерабатывающих предприятий на процессинг и ростом требований управляющих компаний к снижению затрат на переработку нефти особенно остро встал вопрос экономии энергоресурсов.

Для предприятий с низкой долей вторичных процессов затраты на энергоресурсы составляют 25–30% от общих затрат на производство нефтепродуктов, при увеличении доли вторичных процессов эти затраты значительно возрастают и при глубине переработки нефти более 80% могут достигать 40%.

Основными потребителями топлива на нефтеперерабатывающих предприятиях являются технологические печи, поэтому оптимизация их работы — один из основных путей экономии энергоресурсов. Ранее [1] нами отмечалось, что заводам необходима программа реконструкции печного парка. В данной работе предложен подход к выбору путей реконструкции на отечественных предприятиях наиболее старых шатровых печей.

В 2002–2003 гг. ООО «Алитер-Акси» выполнило работы по обследованию 14 печей ООО «ЛУКОЙЛ–Пермнефтеоргсинтез», из которых 11 печей были шатровыми, построенными в 50–60-х годах прошлого века. Цели этих работ:

- технологический (теплотехнический, гидравлический и аэродинамический) поверочный расчет печи и узла утилизации тепла (если таковой имеется), сопоставление полученных показателей с проектными и анализ причин их отклонения;
- проверка соответствия системы управления горением существующим нормам [2–4];
- сбор и анализ технической информации о состоянии змеевиков, каркаса-кожуха, футеровки (при необходимости проведение инструментальных обследований) и расчет остаточного ресурса печи;
- рекомендации мероприятий для проведения капитального ремонта печи, расчет технологических параметров работы после выполнения капитального ремонта;
- рекомендации по реконструкции печи с целью повышения эффективности ее работы, снижения потребления энергоресурсов, уменьшения количества вредных выбросов.

Результаты теплотехнического обследования сведены в **табл. 1**. Все обследованные шатровые печи имели одинаковые недостатки, так как были схожи по конструкции и режимам работы.

Змеевики

Большая часть печей (П-2 установки КК-2; П-1, П-2, П-4, П-5 установки АВТ; П-2 установки ТК-2) оснащена горизонтальными змеевиками с двойниками ретурбентного типа, остальные (П-1, П-2, П-3, П-4 установки Л-24-6) — горизонтальными змеевиками с двойниками в виде калачей.

Змеевики данных конструкций не обеспечивают равномерности нагрева по длине труб, достаточных температурной компенсации и степени экранирования топочного пространства, что выражается в частом выходе из строя радиантных труб, высоком гидравлическом сопротивлении змеевиков (для ретурбентов) и низких теплотехнических характеристиках.

Следует выделить печь П-1 установки ТК-2. По проекту она имела горизонтальные змеевики с двойниками ретурбентного типа, но в 1981 г. в радиантных камерах эти змеевики заменили на спиральные, а в конвекционных камерах ретурбенты — на калачи. Схема змеевиков этой печи после реконструкции приведена на **рисунке**.

Змеевик спиральной конструкции по сравнению с проектной имеет следующие преимущества (в основном они относятся к радиантным змеевикам): более высокую степень экранирования топочного пространства, что повышает его к.п.д.; лучшую температурную компенсацию и меньшее гидравлическое сопротивление. Хотя спиральная конструкция и не устраняет всех недостатков шатровых печей, ее можно рекомендовать для внедрения на существующих шатровых печах с целью повышения их мощности и улучшения теплотехнических характеристик [5].

Таблица 1

Индекс печи по технологической схеме	Тепловая мощность, ГДж/ч		К.п.д. печи, %				Избыток воздуха в зоне горения, %	Расход условного топлива, т/год	Выбросы вредных веществ, т/год		Температура наружной поверхности каркаса-кожуха, °С		
	полезная	полная от сжигания топлива (фактический)	без утилизации тепла		с утилизацией тепла				NO _x	SO ₂	максимальная	минимальная	максимально допустимая
			по проекту	фактический	по проекту	фактический							
П-2	52,38	52,38	75	69	—	—	44	18 100	48	204	170	40	60
<i>Установка каталитического крекинга КК-2</i>													
П-1	134,92	134,21	—	57	75	62	32	61 670	92	413	140	40	60
П-2	134,92	121,59	—	58	75	68	39	54 356	90	382	140	40	60
П-4	41,9	14,37	75	50	—	50	79	7 577	27	12	60	30	60
П-5	41,9	38,63	75	57	—	57	98	17 608	51	23	60	40	60
<i>Установка термического крекинга ТК-2</i>													
П-1	67,04	44	70	58	—	59	50	18 100	34	124	280	40	60
П-2	46,09	20,53	70	59	—	59	90	8 300	6	44	120	30	60
<i>Установка гидрокрекинга Д-24-6</i>													
П-1	29,33	35,2	—	52	75	52	56	16 130	18	53	100	40	60
П-2	29,33	35,2	—	52	75	52	56	16 130	18	53	100	40	60
П-3	16,76	20,11	—	52	75	52	64	9 520	19	60	120	40	60

Каркас-кожух

Большой избыток воздуха в зоне горения обследованных печей (см. табл. 1) и вследствие этого их низкий к.п.д. вызваны деформациями и негерметичностью каркаса-кожуха. Другой причиной низкого к.п.д. является плохое состояние огнеупорной футеровки. Температура наружной поверхности каркаса-кожуха во многих местах превышает 200°С.

В целом перечисленные недостатки типичны для печей этого типа. По состоянию каркаса-кожуха обследованные печи пригодны для дальнейшей эксплуатации.

Горелки

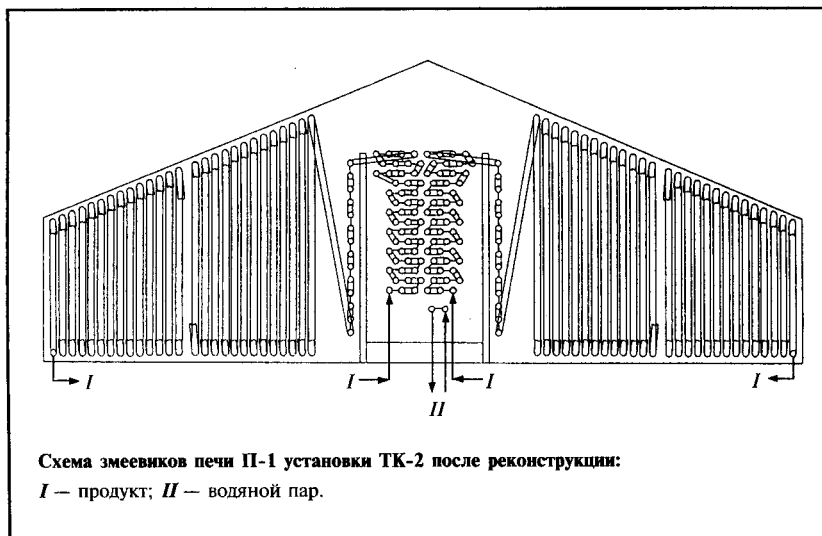
Обследованные шатровые печи оснащены факельными газомазутными горелками ГП-2 и/или ГУЖ-1,5 с паровым распылом жидкого топлива. Все горелочные устройства работают в инжекционном режиме, большая часть из них — как на жидком, так и на газообразном топливе. На некоторых печах часть горелок была выключена из работы: в одних случаях — из-за очень низкой нагрузки печей, в других — из-за неисправности горелок.

На большей части обследованных шатровых печей качество горения, в первую очередь жидкого топлива, было неудовлетворительным; шуровка печей — неравномерная; воздушные регистры на большей части горелок полностью открыты; факелы горелок красного цвета и нестабильной формы, на некоторых печах они касались змеевиков, перевальных стен, происходил их «заброс» в конвекционные камеры.

Неудовлетворительное качество сжигания топлива объясняется физическим износом горелок; перегрузкой печей по теплу; отсутствием системы управления горением; неудовлетворительной подготовкой топлива (в первую очередь жидкого).

Система утилизации тепла дымовых газов

На большей части установок проектами предусмотрены воздухоподо-



греватели, которые на момент обследования печей либо были демонтированы, либо находились в неисправном состоянии, вследствие чего значения к.п.д. печей были намного ниже проектных. На некоторых установках проектами были предусмотрены пароперегреватели, которые на момент обследования были либо демонтированы, либо заменены на змеевики собственного изготовления, что также привело к снижению к.п.д. печей.

На печах П-1 и П-2 установки АВТ-5 эксплуатируются котлы-утилизаторы.

Все шатровые печи оснащены подземными боровами, состояние которых неудовлетворительное. Из-за этого происходят многочисленные подсосы воздуха, что снижает разрежение в печах. В случае затопления боронов грунтовыми водами вследствие их плохой гидроизоляции возможно полное аэродинамическое запираание тракта дымовых газов.

Промышленная безопасность и экология

Обследуемые печи построены по старым проектам, поэтому уровень их автоматизации не удовлетворяет требованиям действующих правил ПБ 09-540—03, ПБ 09-563—03 и ПБЭ НП—2001 [2—4]. На всех печах отсутствует система управления горением, которая как минимум должна включать контуры управления:

- температурами выхода нагреваемого продукта (как правило, изменением расхода или давления газообразного топлива на горелки);
- соотношением давления жидкого топлива и пара на распыл;
- соотношением расходов топлива и воздуха на горение с коррекцией по составу дымовых газов;
- разрежением в камерах сгорания.

На большей части печей число термомпар на перевалах недостаточно или часть из них находится в неисправном состоянии. На всех печах, кроме печи П-1 установки АВТ-5, отсутствуют анализаторы состава дымовых газов, что не позволяет контролировать избыток воздуха на горение. На некоторых печах нет датчиков давления жидкого топлива и пара на распыл.

На большей части печей отсутствуют или находятся в неисправном состоянии местные приборы (технические манометры) на линиях подачи газообразного и/или жидкого топлива и пара на распыл. Не на всех печах установлены датчики давления нагреваемого продукта по каждому потоку. На некоторых печах отсутствуют датчики расхода жидкого топлива.

Система ПАЗ — противоаварийной защиты не удовлетворяет существующим нормам:

- на большей части печей отсутствуют предохранительно-запорные клапаны по газообразному топливу (в до-

полнение к клапанам-отсекателям), дежурные (пилотные) горелки, приборы погасания пламени и блокировки по их срабатыванию, стационарная система продувки коллекторов газообразного топлива;

- на всех печах, кроме печей установки АВТ-5, отсутствуют какие-либо блокировки, работающие в автоматическом режиме.

Таким образом, вопросы промышленной безопасности также требуют решения.

Из результатов обследования следует, что значения к.п.д. всех печей намного ниже проектных и вызвано это следующими причинами:

- отсутствием или неудовлетворительным состоянием систем утилизации тепла;
- неудовлетворительным качеством процесса горения;
- отличиям условий работы от проектных;
- неудовлетворительным состоянием огнеупорной футеровки и тепловой изоляции.

Рекомендации по капитальному ремонту и реконструкции печей

Для повышения эффективности и безопасности эксплуатации печей нами предложен перечень мероприятий, которые можно выполнить в рамках капитального ремонта:

- восстановление систем утилизации тепла дымовых газов (воздухоподогревателей, пароперегревателей, котлов-утилизаторов и т.д.);
- замена горелочных устройств с одновременным монтажом системы управления горением;
- замена футеровки из шамотного кирпича на блочную из легкого жаростойкого бетона, что обеспечит сокращение потерь тепла в окружающую среду;
- ремонт обшивки каркаса-кожуха, ремонт или замена боронов и т.д. для устранения неорганизованных подсосов воздуха.

Основные параметры работы печей после выполнения этих мероприятий приведены в табл. 2.

Таблица 2

Индекс по технологической схеме	Полезная тепловая мощность, ГДж/ч	К.в.д. печи, %			Расход условного топлива, т/год	Снижение погрешения условного топлива, т/год		Выбросы вредных веществ, т/год		Снижение выбросов вредных веществ, т/год																								
		существующей	после капитального ремонта	после реконструкции		после капитального ремонта печи	после реконструкции печи	после капитального ремонта печи	после реконструкции печи	после капитального ремонта печи	после реконструкции печи	после капитального ремонта печи	после реконструкции печи																					
<i>Установка каталитического хвостика КК-2</i>																																		
П-2	52,38	69	75	86	18 100	1 400	3 600	48	204	32	16	34	41																					
<i>Установка атмосферно-воздушной перегородки АВТ-3</i>																																		
П-1	134,08	62	83	90	61 670	11 640	22 896	92	413	30	134	43	191																					
П-2	121,51	68	83	90	54 356	4 326	15 582	90	382	32	103	45	160																					
П-4	14,25	50	60	90	7 577	1 346	3 405	27	12	9	4	14	6																					
П-5	38,55	57	75	90	17 608	4 238	6 500	51	23	30	13	34	15																					
<i>Установка термического хвостика ТК-2</i>																																		
П-1	44	59	86	88	18 100	4 100	4 600	34	124	18	55	19	58																					
П-2	20,53	59	83	90	8 300	1 100	3 600	6	44	3	22	5	37																					
<i>Установка гидролизника Г-24-6</i>																																		
П-1	35,2	52	79	90	16 130	4 430	5 310	18	53	9	26	10	27																					
П-2	35,2	52	79	90	16 130	4 430	5 310	18	53	9	26	10	27																					
П-3	20,11	52	79	90	9 260	2 550	3 490	18	59	9	30	11	35																					
П-4	20,11	52	79	90	9 260	2 550	3 490	18	59	9	30	11	35																					
Всего					236 491	42 110	77 783	420	1426	190	459	236	632																					

Для выполнения данных мероприятий разработано эскизное решение строительства новых печей, рассчитаны их технологические и основные материальные (габариты, масса) параметры. Результаты технологических расчетов печей при реконструкции также приведены в табл. 2.

В результате капитального ремонта или реконструкции печей увеличится их к.п.д., уменьшится расход топлива, улучшатся экологические параметры, повысится безопасность. Повышение эффективности работы печей при увеличении к.п.д. легко подсчитать по данным табл. 2 и стоимости 1 т условного топлива на заводе, а при улучшении экологии и повышении безопасности — исходя из штрафов завода либо субъективно.

Исходя из сроков эксплуатации каждой конкретной печи и тендерной проработки стоимости реализации капитального ремонта и реконструкции, можно выбрать путь развития печного парка завода.

Поскольку проблемы эксплуатации парка шатровых печей на всех заводах отрасли, как нам представляется, похожи, предлагаемый нами подход к выбору программы реконструкции печей является достаточно универсальным и может быть использован для оценки перспектив развития любого завода.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жидков А. Б., Ванслов А. В. — Химическое и нефтегазовое машиностроение, 2001, № 12, с. 13—14.
2. ПБ 09-563-03. Правила промышленной безопасности для нефтеперерабатывающих производств. С.-Пб., ЦОТ ПБСП, 2003. — 45 с.
3. ПБ 09-540-03. Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств. С.-Пб., ЦОТ ПБСП, 2003. — 108 с.
4. ПБЭ НП-2001. Правила безопасной эксплуатации и охраны труда для нефтеперерабатывающих производств. С.-Пб., ЦОТ ПБСП, 2001. — 92 с.
5. Шарихин В. В., Ентус Н. Р., Коновалов А. А., Скороход А. А. Труבתые печи нефтегазопереработки и нефтехимии. М., Сенсоры. Модули. Системы, 2000. — 392 с.

ООО «Алигер-Акси»,
ООО «ЛУКОЙЛ—Пермнефтеоргсинтез»