

ОПЫТ КИСЛОТНО-ЩЕЛОЧНОЙ ПРОМЫВКИ ВОДЯНЫХ ЭКОНОМАЙЗЕРОВ

И. К. ЛЕБЕДЕВ

Механическая шарошка, приводимая в действие электромотором, гидравлической, пневматической или паровой турбинкой, не всегда обеспечивает надежное удаление накипи с основных поверхностей нагрева современных паровых водотрубных котлов и совершенно неприменима для очистки змеевиковых поверхностей нагрева прямоточных котлов и котлов с искусственной циркуляцией.

Химическая очистка поверхностей нагрева при помощи промывки их раствором хромового ангидрида или соляной кислоты до сих пор не нашла широкого распространения в силу того, что нередко эти реактивы лишь размягчают или разрушают накипь, не удаляя ее из котла, что вызывает или необходимость последующей механической очистки, или тяжелые осложнения при эксплуатации, вызываемые продуктами разрушения накипи.

Одним из эффективных и, как показала практика, надежных методов химической очистки является предлагаемый нами метод кислотно-щелочной промывки, результаты применения которого при очистке змеевиковых водяных экономайзеров современных котлов приводятся ниже.

На одной из уральских ТЭЦ, по причине расстройства режима водоочистки, котлы типа КО-III 200 и ТП-9, имевшие змеевиковые водяные экономайзеры кипящего типа, были загрязнены отложениями накипи, что привело к ряду тяжелых аварий с разрывом экранных и кипяtilьных труб. Из кипяtilьных и экранных труб накипь была удалена с помощью шарошки, а на внутренних поверхностях водяных экономайзеров, состоящих из змеевиков с внутренним диаметром труб 31 мм, удалить накипь механическим способом не представилось возможным. Накипь долгое время находилась в трубах, не вызывая осложнений в эксплуатации агрегатов, хотя толщина ее в выходных частях змеевиков достигала 1,5—2 мм, так как она была твердой и прочно держалась на поверхности труб.

Спустя 2—2,5 года накипь стала размягчаться со стороны внутренних поверхностей труб и отслаиваться. Продукты разрушения накипи в виде чешуек скапливались в отдельных частях змеевиков, вызывали закупорки труб с последующим прекращением в них циркуляции воды, что вызывало коробление и прогар змеевиков. Вначале это явление было обнаружено на котле типа ТП-9 ($D = 160/200 \text{ м/час}$, $p = 34 \text{ атм}$) с общей поверхностью нагрева водяного экономайзера $H_{\text{эк.}} = 1480 \text{ м}^2$. Периодическая индивидуальная промывка змеевиков водяного экономайзера струей воды во время остановки котла не приводила к устранению образования закупорок в этих же змеевиках при дальнейшей эксплуатации, и в течение 4—5 месяцев змеевики верхнего яруса водяного экономайзера (кипящая часть) пришли в полную негодность для дальнейшей эксплуатации, причем за этот период котел аварийно останавливался по 3—4 раза в месяц из-за разрыва труб водяного экономайзера.

Вскоре обнаружилось, что процесс образования закупорок и корабления змеевиков начался и на котлах КО-III-200 ($D=160/200$ м/час, $p=34$ атм). Так как предотвращение выхода из строя водяных экономайзеров всех котлов состояло в удалении накипи, а методов очистки змеевиков механическим путем в распоряжении эксплуатации не было, то было принято решение произвести промывку водяных экономайзеров раствором соляной кислоты.

Схема установки

Для производства кислотной промывки автором была предложена и выполнена схема (рис. 1) с промежуточным баком, который предусматривался как промежуточная емкость, осадитель шлама, подогреватель и емкость для приготовления раствора. Для подогрева раствора в бак был введен змеевик, обогреваемый паром из парогорелочной линии, и дырча-

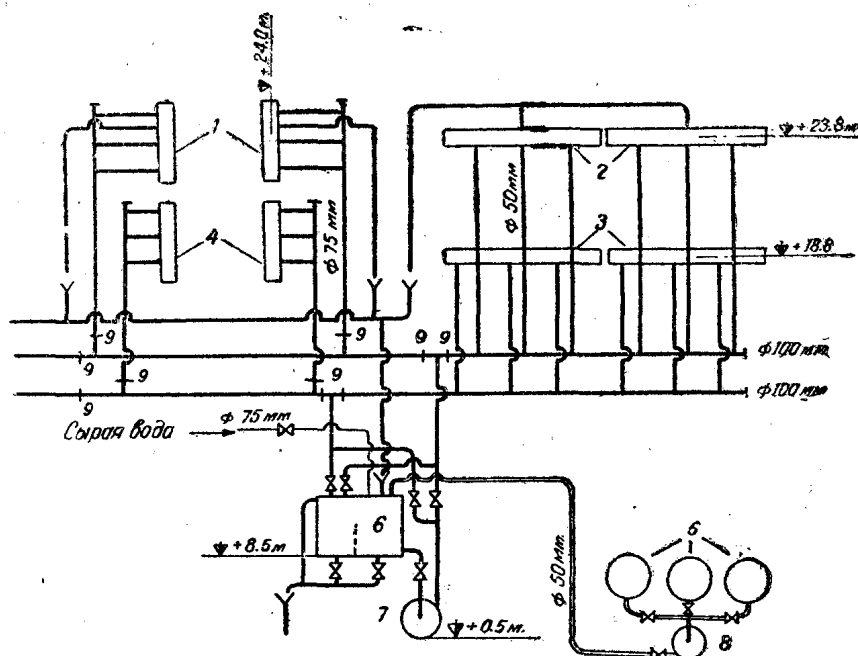


Рис. 1. Схема кислотно-щелочной промывки водяных экономайзеров.

1—верхние коллекторы водяных экономайзеров котла КО-II-200; 2—то же котла ТП-9; 3—ниж. коллекторы воды экономайзера котла ТП-9; 4—то же котла КО-III-200; 5—баки для хранения кислоты; 6—промежуточный бак; 7—насос подачи раствора $Q=150$ м³/час; 8—насос подачи кислоты; 9—фланцевые соединения.

тая труба для дополнительного подогрева. Циркуляция раствора осуществлялась с помощью насоса производительностью $Q=150$ м³/час.

Вся установка со всеми трубопроводами была смонтирована заранее, и только выделение котла и присоединение его к схеме, что именовалось сборкой схемы, производилось после остановки его на промывку экономайзера. Диаметры трубопроводов показаны на схеме (рис. 1), на этой же схеме показаны некоторые высотные отметки, характеризующие расположение элементов установки.

Присоединение линий входа и выхода раствора, а также переливных линий к коллекторам, осуществлялось через специальные, предложенные автором, лючки-штулера (рис. 2), которые ставились при сборке схемы промывки вместо обычных лючков в количестве, необходимом для присоединения указанных трубопроводов. Выделение любого котла для промывки производилось установкой заглушек, для чего в схеме предусмотрено

необходимое количество фланцевых соединений. Отключение водяного экономайзера от котла производилось на питательной линии с помощью запорных задвижек, а от барабана котла—деревянными точеными пробками, забиваемыми из коллекторов в питательные трубы, соединяющие экономайзер с барабаном котла.

Подача раствора первоначально была осуществлена в верхние коллекторы и выдача из нижних коллекторов в промежуточный бак самотеком. Такая схема была выбрана, исходя из следующих соображений:

1) вынос чешуек накипи, которые могут отставать во время промывки от труб, будет происходить легче при циркуляции раствора сверху вниз;

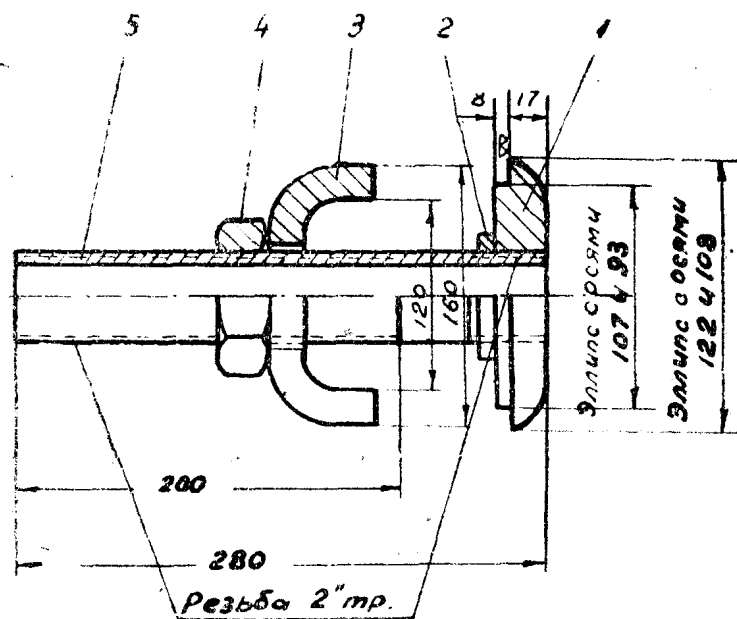


Рис. 2

Лючек-штуцер: 1—лючек; 2—контрогайка; 3—скоба; 4—гайка; 5—труба

2) при циркуляции снизу вверх не исключена возможность попадания раствора в барабан котла через деревянные пробки, так как герметичность их сомнительна. Впоследствии было установлено, что вышеуказанные опасения неосновательны. Подача же раствора снизу вверх исключает возможность создания воздушных мешков в отдельных змеевиках и позволяет наиболее полно использовать производительность насоса. Поэтому были сделаны перемычки, позволяющие изменять направление циркуляции раствора.

Приготовление раствора и промывка экономайзера

После подготовки схемы кислотной промывки в бак подавалась сырая вода из водопровода и по мере наполнения бака пускался насос для заполнения водой системы (экономайзер, бак, трубопроводы). По заполнении системы подача сырой воды в бак прекращалась, насос регулировался на полную производительность и устанавливалась нормальная циркуляция воды в системе. Затем в бак заливался препарат, известный под названием „Уникол“¹⁾, употребляемый при кислотной промывке, включался

1) „Уникол“—химический препарат, выпускаемый нашей промышленностью. Применяется при кислотной промывке как пассиватор, предотвращающий агрессивные действия кислоты на металл. В качестве такого пассиватора применяется также столярный или казеиновый клей.

пар на обогрев и насос, подающий соляную кислоту в систему; подача кислоты прекращалась по достижении нужной концентрации раствора. Для приготовления раствора употреблялась техническая соляная кислота

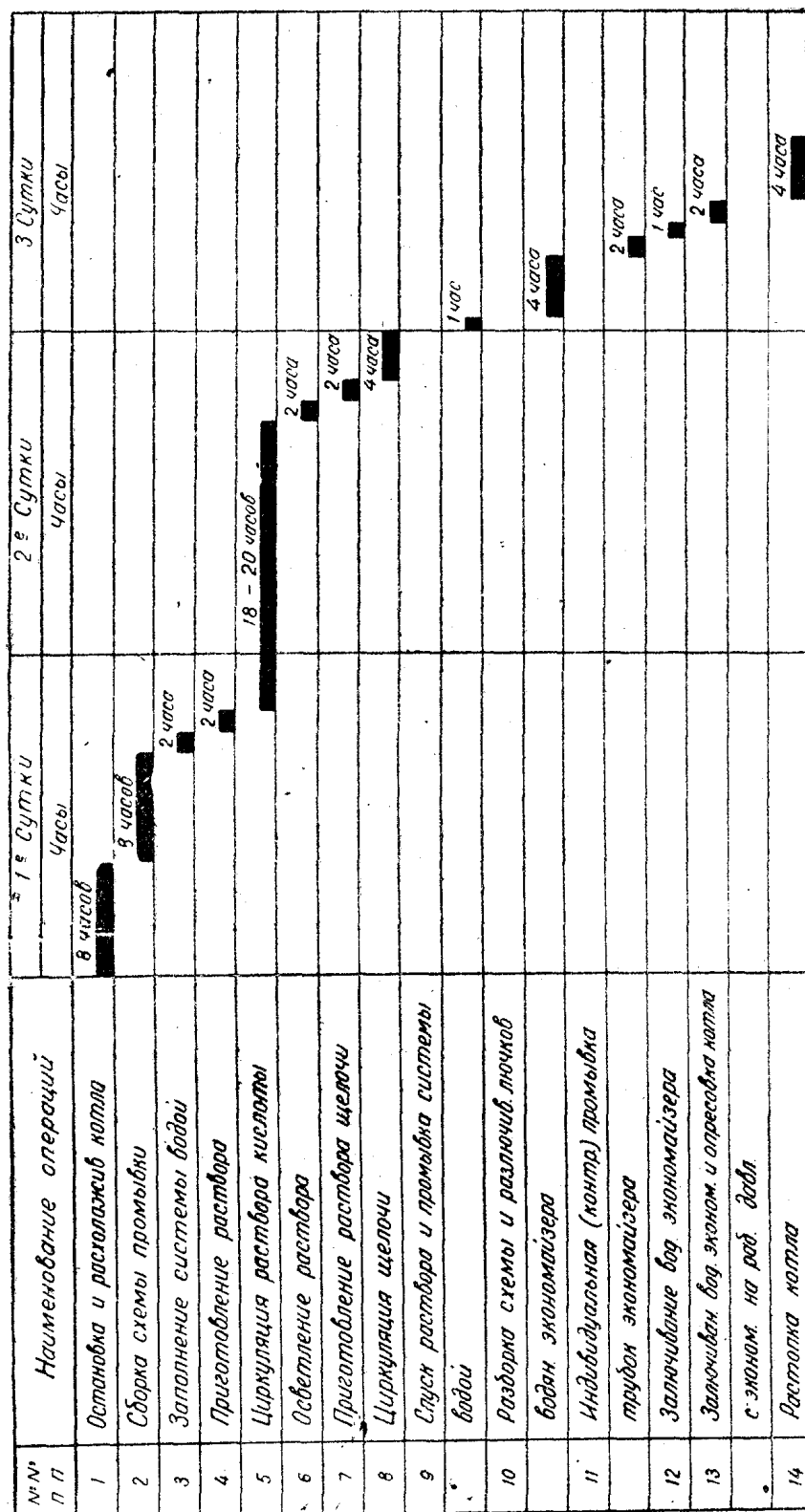


Рис. 3. Рабочий график кислотно-щелочной промывки водяных экономизеров.

крепостью от 12 до 25%. Крепость раствора поддерживалась в пределах 4—4,5%, температура 65—75°C. „Уникол“ употреблялся в количестве 1 кг на 1 м³ раствора. Время циркуляции раствора видно из графика (рис. 3).

По окончании циркуляции кислоты производилось осветление раствора. Для этого в бак подавалась сырая вода, и соответствующее количество раствора из бака выпускалось в дренаж. Осветление раствора производилось до тех пор, пока в системе не наступала циркуляция обычной сырой воды. После осветления раствора приготавливался раствор едкого натра крепостью до 1° Н, для чего в промежуточный бак загружалось соответствующее количество кристаллического каустика. Температура раствора во время циркуляции щелочи поддерживалась максимальная и достигала 95—98°C. Затем снова производилось осветление раствора и промывка системы сырой водой. На этом, собственно, и заканчивался процесс промывки.

С помощью щелочи предполагалось нейтрализовать кислоту и предотвратить коррозионные процессы на свободных от накипи внутренних поверхностях водяного экономайзера. Однако, практика показала, что щелочение является одним из необходимых технологических элементов при отмывке поверхностей от накипи. Соляная кислота, реагируя с окислами железа, составляющими большую часть накипи, переводит их в хлорное железо. Последнее склеивает продукты разрушения накипи, превращая их в клейкую массу. Незначительная часть этой массы смывается раствором соляной кислоты и переходит в него в виде мути, но большая часть этой массы остается на поверхности нагрева, имея форму накипи. Известно, что в растворе с избытком щелочи хлорное железо переходит в хлопьевидный осадок, поэтому после подачи раствора щелочи происходит быстрое его потемнение, выделение большого количества шлама в виде хлопьев и удаление его с поверхностей нагрева. При отборе пробы раствора во время промывки щелочью шлам быстро отстаивается, а раствор становится совершенно прозрачным. Количество шлама в такой пробе составляет до 10—12% по весу от раствора. Таким образом ясно, что, главная отмывка и удаление накипи с поверхностей нагрева идет при циркуляции щелочи, а при циркуляции кислоты происходит лишь разрушение накипи и образование хлорного железа.

Результаты промывки и выводы

1. Кислотно-щелочной промывкой удалось полностью удалить накипь из водяных экономайзеров. После промывки внутренние поверхности труб имели металлический блеск и полное отсутствие следов накипи или какого-либо шлама. Проверкой с помощью индивидуальной промывки змеевиков струей воды также не обнаружено никаких признаков накипи или продуктов ее разрушения.

2. Аварии с водяными экономайзерами полностью прекратились, и котлы проработали после этого около 3—4 лет без каких-либо осложнений с водяными экономайзерами.

3. Резко агрессивных действий кислоты на металл змеевиков, коллекторов и арматуры не обнаружено.

4. Течи в вальцовку, фланцевые соединения и т. п. не обнаружены как во время промывки, так и после, при последующей эксплуатации котлоагрегатов.

5. Все операции кислотно-щелочной промывки экономайзера показаны на графике (рис. 3), из которого видно, что весь процесс промывки может быть выполнен за 2—3-суточную остановку котла.

6. Кислотную промывку необходимо сочетать со щелочной промывкой, последняя является необходимым технологическим элементом промывки, при котором исключается механическая очистка поверхностей после промывки.

7. С помощью кислотно-щелочной промывки можно освободить от накипи как отдельные элементы, так и целые агрегаты любой конструкции, включая и прямоточные котлы системы проф. Рамзина.
