

ГИДРАЗИНОВАЯ ОБРАБОТКА ПИТАТЕЛЬНОЙ ВОДЫ КОТЛОВ ТЭЦ

Рытик Константин Константинович,
магистрант,
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет,
г. Санкт-Петербург

Rytik Konstantin Konstantinovich,
master's student,
St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering,
St. Petersburg
E-mail: [e-mail: k.rytik@mail.ru](mailto:k.rytik@mail.ru)

Аннотация

Надежность котельных установок тепловых электростанций, их экологическая безопасность, эффективность топливоиспользования и стоимость выработанной в них теплоты существенно зависят от водно-химического режима котлов и применяемых методов водоподготовки. На электростанциях встречается применение гидразинной обработки питательной воды. В настоящей статье предпринята попытка проанализировать необходимость и целесообразность использования гидразина на ТЭЦ, оборудованных барабанными котлами на рабочее давление до 140 кгс/см².

Annotation

The reliability of boiler installations of thermal power plants, their environmental safety, the efficiency of fuel use and the cost of the heat generated in them depend significantly on the water-chemical regime of boilers and the applied methods of water treatment. In power plants, the use of hydrazine treatment of feed water is common. This article attempts to analyze the necessity and expediency of using hydrazine at thermal power plants equipped with drum boilers with an operating pressure of up to 140 kgf/cm².

Ключевые слова: гидразинная обработка, водоподготовка, водно-химический режим.

Keywords: hydrazine treatment, water treatment, water chemistry mode.

Впервые гидразин стал применяться для химического обескислороживания питательной воды котлов в 40-х годах в Германии [1]. В 50 — 60-е годы в связи с распространением в отечественной энергетике паровых котлов высокого (90 кгс/см²), сверхвысокого (140 кгс/см²) и сверхкритического (240 кгс/см²) давления и трудностью обеспечения высокого качества деаэрации питательной воды для этих котлов (самые распространенные типы деаэраторов обеспечивали в те годы устойчивое остаточное содержание кислорода на уровне 50 мкг/л [2]) на тепловых электростанциях стала широко применяться обработка питательной воды гидразином. Назначением гидразина было «ликвидировать проскоки кислорода в термически деаэрированную питательную воду» [3]. Первоначальный отечественный опыт применения коррекционной обработки питательной воды гидразином обобщен в [4, 5]. Дальнейший опыт использования гидразина критически проанализирован сотрудниками ВТИ [6, 7], специалистами эксплуатационных служб энергосистем [8], зарубежными исследователями [9].

Гидразин является реагентом с восстанавливающими свойствами, проявляющимися при высоких температурах (более 100°С) и при pH = 9÷11. При понижении pH гидразин

не предупреждает коррозию, а несколько усиливает ее вследствие образования перекиси водорода [6, 7, 9]. Максимальный ингибирующий эффект гидразина наблюдается при температуре около 150 °С [10], т.е. до тракта питательной воды высокого давления и экономайзеров котлов, в пределах нахождения конденсата и питательной воды в системах регенерации низкого давления от конденсаторов турбин до деаэраторов питательной воды.

Гидразин токсичен. Пары гидразина вредно действуют на слизистые оболочки и дыхательные пути. Растворы гидразина вызывают ожоги кожной ткани и дерматозы [11]. Отмечены канцерогенность и воздействие гидразина на ДНК [12].

Также стоит отметить, что наиболее подверженным коррозии является тракт основного конденсата турбины от конденсатора до деаэратора питательной воды (прежде всего, за счет присосов воздуха в вакуумную систему турбоустановки и попадания в тракт кислорода с добавочной питательной водой). В этом тракте происходит нагрев конденсата с 30 — 40 до 140 — 150 °С. Казалось бы, гидразин должен защищать, прежде всего, участок тракта основного конденсата с температурами конденсата 100 — 150 °С, тем более, что и максимум ингибирующей способности гидразина приходится на 150 °С. Однако на большинстве электростанций тракт основного конденсата турбин остается без защиты, так как ввод гидразина осуществляется во всасывающий трубопровод питательных насосов [3, 6 — 8, 11].

Возможность снижения содержания растворенного кислорода в питательной воде с помощью гидразина ограничена пределом 10 мкг/л [7, 8]. Многочисленные теплотехнические испытания энергоблоков на Троицкой, Конаковской, Литовской, Каширской ГРЭС и других электростанциях показали, что снизить концентрацию кислорода в питательной воде ниже 10 мкг/л невозможно даже при увеличении избытка гидразина до 500 мкг/л [7].

Наблюдения зарубежных исследователей также свидетельствуют о том, что при налаженной работе термических деаэраторов, обеспечивающих содержание кислорода в питательной воде за ними не выше 10 мкг/л, восстанавливающее действие гидразина на кислород практически отсутствует [9].

В [6] отмечено, что эффективность гидразинной обработки следует оценивать по индикаторам коррозии, устанавливаемым в тракте питательной воды (скорость коррозии не должна превышать $0,001 \text{ г}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч}^{-1})$) и что необходимость в гидразинной обработке возникает при содержании кислорода в деаэрированной воде более 0,03 мг/кг [6]. Ввод гидразина в питательную воду котлов тепловых электростанций в настоящее время регламентируется [13]: п. 4.8.10: «На котлах давлением до $70 \text{ кгс}/\text{см}^2$ (7 МПа) при необходимости более глубокого удаления кислорода из питательной воды в дополнение к термической деаэрации можно проводить обработку питательной воды сульфитом натрия или гидразином. На котлах давлением $70 \text{ кгс}/\text{см}^2$ (7 МПа) и выше обработка конденсата или питательной воды должна производиться только гидразином, кроме котлов с кислородными водно-химическими режимами и котлов с отпуском пара на предприятия пищевой, микробиологической, фармацевтической и другой промышленности в случае запрета санитарных органов на наличие гидразина в паре».

П. 4.8.21: «Качество питательной воды котлов с естественной циркуляцией должно удовлетворять следующим нормам: ...содержание гидразина (при обработке воды гидразином) должно составлять от 20 до $60 \text{ мкг}/\text{дм}^3$; в период пуска и остановки котла допускается содержание гидразина до $3000 \text{ мкг}/\text{дм}^3$. Анализ содержания цитируемых пунктов ПТЭ позволяет сделать следующие выводы: обработка питательной воды котлов с естественной циркуляцией гидразином не является обязательной. Ее можно применять при необходимости более глубокого удаления кислорода из питательной воды в дополнение к термической деаэрации. Очевидно, что при

надежной работе деаэраторов питательной воды с остаточным содержанием 10 мкг/дм^3 (10 мкг/л) такая необходимость отсутствует, поскольку гидразин не может в этом случае уменьшить концентрацию кислорода в питательной воде.

Второй абзац п. 4.8.10 ПТЭ, в котором говорится, что «на котлах давлением 70 кгс/см^2 (7 МПа) и выше обработка конденсата или питательной воды должна производиться только гидразином», не опровергает сформулированного ранее утверждения, поскольку слова «должна производиться только гидразином» касаются лишь запрета применения сульфита натрия на котлах высокого давления. Иначе говоря, при необходимости дополнения термической деаэрации химическим обескислороживанием, например, при остаточном содержании кислорода после деаэратора 20 — 30 мкг/л , должен применяться только гидразин, а сульфит натрия неприменим.

Приведенный анализ п. 4.8.10 ПТЭ свидетельствует о том, что ПТЭ не обязывает, а только разрешает применять гидразин при необходимости дополнения термической деаэрации питательной воды химическим обескислороживанием. В то же время на многих ТЭЦ исторически сложилась многолетняя практика применения гидразина для обработки питательной воды котлов с естественной циркуляцией (без какого-либо анализа потребности в такой обработке). У части персонала сформировалось мнение, что гидразинная обработка является обязательной при эксплуатации любых котлов высокого давления. Наряду с этим на многих электростанциях с котлами на рабочее давление 140 кгс/см^2 гидразинная обработка питательной воды не применяется без какого-либо ущерба для надежности этих станций.

Проведенное авторами статьи обследование показывает, что в настоящее время при деаэрации питательной воды в деаэраторах повышенного давления остаточное содержание кислорода в деаэрированной питательной воде в пределах 10 мкг/л надежно обеспечивается практически на всех отечественных ТЭЦ с котлами на 140 кгс/см^2 .

О возможности надежной работы котлов высокого давления без гидразинной обработки питательной воды свидетельствует успешный опыт Мосэнерго (по данным ВТИ в г. Москве восемь ТЭЦ работают без применения гидразина). Таким образом, при надежном обеспечении после деаэраторов остаточного содержания кислорода не более 10 мкг/л можно без ущерба для надежности ТЭЦ отказаться от применения гидразина. В то же время для поддержания надежности ТЭЦ на требуемом уровне все нормативные требования ПТЭ по водно-химическому режиму должны, безусловно, соблюдаться. Особенно осторожно переход на безгидразинный режим обработки питательной воды следует выполнять на тех электростанциях, где обработка питательной воды гидразином велась длительное время и у персонала сформировалась своего рода привычка к его применению. На безгидразинный режим можно уверенно переходить прежде всего на ТЭЦ с малым отпуском пара на производство и относительно небольшой величиной добавки химически или термически обессоленной воды в цикл питательной воды, т.е. на ТЭЦ с преимущественно отопительной нагрузкой, а также при достаточно высокой чистоте питательной воды (удельную электрическую проводимость Н-катионированной пробы желательно поддерживать не более $1,0 \text{ мкСм/см}$ при норме ПТЭ $1,5 \text{ мкСм/см}$). При выполнении перечисленных требований и, прежде всего, главного из них — по содержанию кислорода после деаэраторов — отказ от гидразинной обработки питательной воды котлов не приводит к понижению надежности ТЭЦ, позволяет упростить технологию и снизить эксплуатационные затраты на производство пара, а также повысить экологическую безопасность эксплуатации котельного оборудования.

Литература

1. Zimmerman M. A. New Technique for Chemically Degassing Boiler Feedwater. — Mitteilungen der VGB, 1948, № 2 / 3.

-
2. Гришук М. К. Об условиях проведения теплхимических испытаний деаэрационных установок. — Теплоэнергетика, 1961, № 12.
 3. Вихрев В. Ф. Шкроб М. С. Водоподготовка. М.: Энергия, 1973.
 4. Акользин П.А., Михайлова Н. М. Применение гидразина на электростанциях. — Теплоэнергетика, 1965, № 10.
 5. Акользин П. 4. Руководящие указания по применению гидразина на теплоэнергетических установках электростанций. М.: Энергия, 1972.
 6. Манькина Н. Н. Физико-химические процессы в пароводяном цикле электростанций. М.: Энергия, 1977.
 7. Кот А. А., Деева З. В. Водно-химический режим мощных: энергоблоков ТЭС. М.: Энергия, 1978.
 8. Белоконова А. Ф. Водно-химические режимы тепловых. электростанций. М.: Энергоатомиздат, 1985.
 9. Ribon C., Berge I. Magnetite deposit in boilers from iron in solution. — Proceeding of American Power Conference. Chicago, 1970.
 10. Влияние диоксида углерода, аммиака и гидразина на коррозию стали в обессоленной воде при повышенных температурах / Зайчик Л. И., Нигматуллин Б. И., Першуков В. А., Иванова Н. В. — Теплоэнергетика, 1996, № 9.
 11. Белан Ф. И. Водоподготовка. М., Энергия, 1979.
 12. Гидразин. Гигиенические критерии состояния окружающей среды. Женева: Всемирная организация здравоохранения, 1991.
 13. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации. М.: СПО ОРГРЭС, 1996.
 14. Мартынова О. И. Конференция УСВ «Химия на электростанциях — 1996». — Теплоэнергетика, 1997, № 11.

Literature

1. Zimmerman M. A. New Technique for Chemically Degassing Boiler Feeder. — Mitteilungen der VGB, 1948, № 2 / 3.
2. Grishuk M. K. On the conditions of thermochemical testing of deaeration plants. — Теплоэнергетика, 1961, No. 12.
3. Vikhrev V. F. Shkrob M. S. Water treatment. Moscow: Energiya, 1973.
4. Akolzin P.A., Mikhailova N. M. The use of hydrazine in power plants. — Теплоэнергетика, 1965, No. 10.
5. Akolzin P. 4. Guidelines for the use of hydrazine in thermal power plants of power plants. М.: Energy, 1972.
6. Mankina N. N. Physico-chemical processes in the steam-water cycle of power plants. Moscow: Energiya, 1977.
7. Kot A. A., Deeva Z. V. Water-chemical regime of powerful thermal power plants. Moscow: Energiya, 1978.
8. Belokonova A. F. Water-chemical regimes of thermal. М.: Energoatomizdat, 1985.

9. Ribon C., Berge I. Magnetic deposit in boilers from iron in solution. — Proceeding of American Power Conference. Chicago, 1970.

10. The influence of carbon dioxide, ammonia and hydrazine on the corrosion of steel in desalinated water at elevated temperatures / Zaichik L. I., Nigmatullin B. I., Pershukov B. A., Ivanova N. V. — Teploenergetika, 1996, No. 9.

11. Belan F. I. Water treatment. M., Energiya, 1979.

12. Hydrazine. Hygienic criteria for the state of the environment. Geneva: World Health Organization, 1991.

13. Rules of technical operation of electric power plants and networks of the Russian Federation. Moscow: SPO ORGRES, 1996.

14. Martynova O. I. USV Conference «Chemistry at power plants — 1996». — Teploenergetika Publ., 1997, No. 11.