



Факс 3-919-43-60-23
Рис Зуева А.П.

УДК 621.187.124

Применение пароструйных эжекторов в вакуумных деаэрационных установках

Бравиков А.М.¹, Кезик Г.А.², Макаров Д.М.², инженеры

ОАО «Сибтехэнерго»¹ — Новосибирская ТЭЦ-3²

Рассмотрен пароструйный эжектор с конденсаторами смешивающего типа, разработанный на базе эжекторов ЭП-3-25/75 и ЭПО-3-75.

Вакуумные деаэрационные установки производительностью 400 т/ч и более, как правило, проектируются с пароструйным эжектором ЭП-3-25/75. Опыт эксплуатации этих установок для подпитки теплосети показывает, что пароструйные эжекторы в них выходят из строя через 2—7 лет из-за разрушения теплопередающих поверхностей — латунных трубок. Это обусловлено тем, что срок службы латунных трубок во многом зависит от содержания свободной углекислоты в недеаэрированной воде: чем ее больше, тем меньше их срок службы.

В последнее время в вакуумных деаэрационных установках начали применять пароструйные эжекторы со смешивающими конденсаторами пара. В таких эжекторах конденсация пара осуществляется на струях (или на разбрызганных каплях) охлаждающей воды, а теплопередающие поверхности отсутствуют. При этом повышается эксплуатационная надежность эжектора, так как не возникает необходимости в ремонте поверхностей.

Однако деаэрационные установки, оборудованные такими эжекторами, имеют существенный недостаток, который заключается в том, что они плохо удаляют из деаэрируемой воды свободную углекислоту. Объясняется это тем, что отсасываемая из деаэратора углекислота при контакте с охлаждающей водой в конденсаторах смешивающего типа растворяется в ней, а затем с этой водой возвращается в деаэратор. В результате в деаэраторе накапливается большое количество свободной углекислоты, способствующее повышению ее парциального давления, что препятствует выделению последней из деаэрируемой воды.

В отличие от свободной углекислоты кислород хорошо удаляется из деаэрируемой воды в деаэрационных установках при замене конденсаторов поверхност-

ного типа на конденсаторы смешивающего типа. Это обусловлено тем, что в конденсаторах смешивающего типа кислород не растворяется в охлаждающей воде, а выделяется из нее. Дело в том, что растворимость кислорода в воде (коэффициент абсорбции кислорода водой) примерно в 100 раз меньше растворимости свободной углекислоты. Кроме того, охлаждающая вода эжектора, как правило, насыщена кислородом, который при поступлении этой воды в зону пониженного давления (в конденсаторы эжектора) выделяется из нее.

В результате в воде, поступающей из эжектора в деаэратор, содержание кислорода уменьшается, а следовательно, снижается и содержание кислорода в деаэрированной воде на выходе из деаэратора.

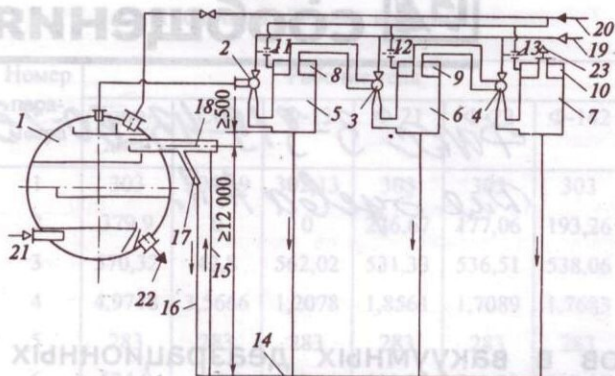
Принимая во внимание изложенное, специалисты ОАО «Сибтехэнерго» разработали для вакуумных деаэраторов пароструйный эжектор со смешивающими конденсаторами пара, который при его установке вместо эжектора с конденсаторами поверхностного типа не снижает степени удаления свободной углекислоты из деаэрируемой воды.

Вакуумная деаэрационная установка с пароструйным эжектором, представленная на рисунке, была разработана на основе изобретения³.

Отличительной особенностью разработанного эжектора является то, что в конденсаторы подается минимально необходимый расход охлаждающей воды, обеспечивающий в них конденсацию пара, а охлаждающая вода нагревается до температуры, близкой температуре насыщения в каждом конденсаторе. При таком режиме из эжектора в деаэратор возвращается незначительное количество свободной углекислоты, а следовательно, и

¹630032, г. Новосибирск-32, ул. Планировочная, д.18/1. ОАО «Сибтехэнерго».

³Пат. РФ № 2174493. Бравиков А.М., Хоцей Д.С. Вакуумная деаэрационная установка // Изобретения. 2001. № 28.



Вакуумная деаэрационная установка с реконструированным пароструйным эжектором ЭП-3-25/75.

1 — вакуумный деаэратор; 2, 3 и 4 — пароструйный эжектор первой, второй и третьей ступеней соответственно; 5, 6 и 7 — конденсатор смешивающего типа первой, второй и третьей ступеней; 8, 9 и 10 — коллектор первой, второй и третьей ступеней охлаждающей воды; 11, 12 и 13 — шайба ограничительная; 14 — коллектор в эжекторе нагретой воды; 15 — трубопровод нагретой воды; 16 — трубопровод рециркуляции; 17 — верхний участок трубопровода; 18 — приемная камера; 19 — подвод пара; 20 — подвод недеаэрированной воды; 21 — подвод греющей воды; 22 — отвод деаэрированной воды; 23 — отвод неконденсирующихся газов в атмосферу.

удаление ее из деаэрируемой воды в вакуумной деаэрационной установке будет также незначительным.

Вакуумная деаэрационная установка с разработанным эжектором работает следующим образом. Расчетный расход охлаждающей воды в каждую ступень эжектора устанавливается с помощью ограничительных шайб. Охлаждающая вода сначала поступает в коллекторы 8—10, из которых тонкими струями разбрызгивается в конденсаторах. В струях вода нагревается до температуры, близкой температуре насыщения в каждом конденсаторе, и затем из них поступает в деаэратор через коллектор 14, трубопровод 15 и приемную камеру 18. Поскольку охлаждающая вода нагревается в конденсаторах до температуры, близкой температуре насыщения, то ее температура при этом будет выше температуры насыщения в деаэраторе. В связи с этим охлаждающая вода перед поступлением в приемную камеру вскипает в трубопроводе 15. Образовавшийся при этом пар выносит из него воду в камеру.

Однако коллектор 14 при этом останется заполненным водой, и проскака паровоздушной смеси через него из конденсаторов в деаэратор не будет. Для обеспечения данного режима в деаэрационной установке выполнены следующие мероприятия. Коллектор 14 соединен с приемной камерой двумя трубопроводами 15 и 16; верхний участок 17 трубопровода 16 выполнен с увеличенным (по сравнению с остальной частью трубопровода) проходным сечением и установлен наклонно, конденсаторы расположены выше приемной камеры примерно на 500 мм и более, а коллектор 14 — на 12 000 мм и более ниже.

В разработанной деаэрационной установке при выносе паром воды из трубопровода 15 в приемную каме-

ру вода из последней возвращается в коллектор 14 по трубопроводам 17 и 16.

В результате коллектор 14 всегда заполнен водой и через него не может проскочить парогазовая смесь из конденсаторов эжектора в деаэратор во всех режимах работы вакуумной деаэрационной установки.

Эжектор был разработан на базе типовых эжекторов ЭП-3-25/75 и ЭПО-3-75. При этом были выполнены два варианта их реконструкции.

Первый вариант состоял в том, что в конденсаторах эжектора демонтировались теплопередающие поверхности (в виде латунные трубок) и трубные доски. На место латунных трубок (в верхней части конденсаторов) устанавливались разбрызгивающие коллекторы 8—10, в которые подводилась охлаждающая вода, а на место трубных досок — заглушки с отверстиями, через которые отводилась охлаждающая вода из конденсаторов эжектора в деаэратор.

Второй вариант отличался от первого большей высотой конденсаторов. Это позволило увеличить поверхность взаимодействия охлаждающей воды с парогазовой смесью. В результате был увеличен возможный подогрев охлаждающей воды в конденсаторах эжектора, что способствовало конденсации пара, содержащегося в парогазовой смеси, при меньшем расходе охлаждающей воды в конденсаторы. Следовательно, во втором варианте реконструкции эжектора количество свободной углекислоты, возвращающейся из эжектора в деаэратор, было уменьшено, что улучшило ее удаление из деаэрируемой воды в вакуумной деаэрационной установке.

Более 10 эжекторов, реконструированных по первому и по второму вариантам, находятся в промышленной эксплуатации в течение длительного периода времени (более 5 лет). Следует отметить, что пароструйные эжекторы, применяемые в схемах вакуумных деаэраторов ДВ-400 и ДВ-800, изготовлены в разные периоды времени и имеют различную маркировку (первоначально эжекторы маркировались ЭП-3-25/75, а затем — ЭПО-3-75).

Разработанные мероприятия по реконструкции эжекторов могут быть применены в обоих типах эжекторов. Опыт работы с реконструированными эжекторами показал их высокую надежность. К тому же стоимость их ремонта значительно ниже, чем типового эжектора.

Выводы

1. Применение конденсаторов смешивающего типа вместо конденсаторов поверхностного типа в пароструйных эжекторах повышает эксплуатационную надежность вакуумных деаэрационных установок.
2. Для уменьшения возврата свободной углекислоты из конденсаторов смешивающего типа пароструйного эжектора в вакуумный деаэратор охлаждающую воду в каждом из них следует нагревать до температуры, близкой температуре насыщения.
3. Опыт работы с реконструированными пароструйными эжекторами в течение длительного времени подтверждает их высокую эксплуатационную надежность и экономическую целесообразность.