

ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ ИНЕРЦИОННО-ГРАВИТАЦИОННЫХ ФИЛЬТРОВ-ГРЯЗЕВИКОВ ГИГ НА КОТЕЛЬНЫХ С ВОДОГРЕЙНЫМИ КОТЛАМИ БОЛЬШОЙ МОЩНОСТИ

Широкое распространение в централизованном теплоснабжении городских поселений получили крупные районные котельные, оборудованные водогрейными котлами большой тепловой мощности (ПТВМ-30, 50, 100, 150, 180, КВГМ-30, 50, 100). Их характерной особенностью является развитая конвективная часть при относительно малых диаметрах трубок. Практика эксплуатации показала, что такие котлы часто уязвимы в отношении заноса механическими загрязнениями, поступающими с обратной сетевой водой, особенно в период запуска отопительных систем потребителей, в связи с чем становится актуальной необходимость применения оборудования для защиты водогрейных котлов и теплообменного оборудования от заноса механическими загрязнениями.

В эксплуатационной практике заносом принято называть быстрое (в течение нескольких суток и даже часов) увеличение гидравлического сопротивления котлов (на 2–5 кгс/см²). Данное явление приводит к необходимости изменения режима работы котлов, например снижению расхода воды, циркулирующей через котел, что в свою очередь ведет к интенсификации роста отложений из-за уменьшения нормативных скоростей ее движения, пережогу труб, аварийным ситуациям и, в конечном счете, выведению котла из работы.

Существует даже эксплуатационная практика, когда в пусковой период включают в циркуляцию один котел, специально выбранный для работы в этот период как «грязеуловитель» с целью защиты от заноса других котлов. После прохождения пускового периода его выводят в ремонт или выполняют химико-технологическую обработку (кислотную промывку).

Безусловно, явление заноса котлов, а также другого теплообменного оборудования сопровождается значительными финансовыми потерями. Увеличение гидравлического сопротивления котлов и теплообменников неизбежно ведет к увеличению затрат электроэнергии на перекачку теплоносителя, снижению КПД установки, необходимости проведения дорогостоящих химико-технологических обработок и ремонтов котлов, уменьшению общего ресурса работы теплоэнергетического оборудования.

Известно, что основное загрязнение сетевой воды механическими частицами создают:

- продукты коррозии трубопроводов тепловых сетей, систем отопления, теплообменного оборудования;
- шламовые отложения;
- минеральные примеси в виде частиц грунта и песка;
- посторонние фрагменты и случайные загрязнения.

Источниками загрязнений сетевой воды являются, главным образом, системы отопления зданий и сооружений, сетевые трубопроводы, а также посторонние примеси и случайные загрязнения, попадающие в трубы при ремонте участков тепловых сетей.

Состав, структура, свойства загрязнений сетевой воды

Определенный интерес представляют данные, характеризующие состав, структуру, свойства загрязнений, присутствующие в сетевой воде. По результатам некоторых исследований и данным эксплуатации концентрация и дисперсный состав механических загрязнений значительно изменяются в течение отопительного периода.

Так, по данным некоторых теплоснабжающих предприятий, качество обратной сетевой воды в период запуска тепловых сетей имеет следующие показатели (приведен диапазон значений):

- содержание железа общее, мг/дм³ – 0,8–5;
- цветность по шкале СО-Рt, град – 30–600;



**С.П. БАТУЕВ, к.т.н.,
генеральный директор
ООО СПКФ «ВАЛЕР»**

- прозрачность по шрифту, см – 30–12;
- мутность, мг/дм³ – 1,7–30
- содержание взвешенных веществ, мг/дм³ – 5–1000.

Образование **железоокисных отложений** в системах отопления и трубопроводах тепловой сети в значительной степени обусловлено так называемой стояночной коррозией и отсутствием консервации оборудования в межотопительный период. Учитывая, что интенсивность стояночной коррозии в среднем в 15–20 раз выше интенсивности коррозии, протекающей в период эксплуатации, а продолжительность межотопительного периода составляет в среднем пять месяцев, в отопительных системах, сетях и оборудовании за это время происходит накопление большого количества железоокисных отложений.

С началом отопительного периода при включении циркуляции теплоносителя эти отложения в большом количестве попадают в тепловые сети. Концентрация загрязнений в обратной сетевой воде в этот период может многократно превышать нормативные значения по содержанию железа, взвешенных частиц, цветности, прозрачности, мутности. В динамике показателей (например, концентрации железа) обратной сетевой воды в течение года, показан-

Результаты гранулометрического анализа загрязнений в сетевой воде

Класс крупности загрязнений, мкм	Свыше 5000	От 2000 до 5000	От 1000 до 2000	От 500 до 1000	От 200 до 160	От 160 до 125	От 125 до 71	От 71 до 45	Менее 45
Содержание, % : - сетевая вода котельной «Парнас»	26,92	24,54	17,19	11,67	7,35	1,19	3,57	3,70	3,87
- сетевая ТЭЦ ОАО «Ижорские заводы»	— *	24,08	22,27	14,21	12,88	1,44	3,13	2,53	10,84

* Примечание: частицы загрязнений свыше 5000 мкм в сетевой воде ТЭЦ ОАО «Ижорские заводы» не учитывались вследствие их очень большого количества в накопленном шламе.

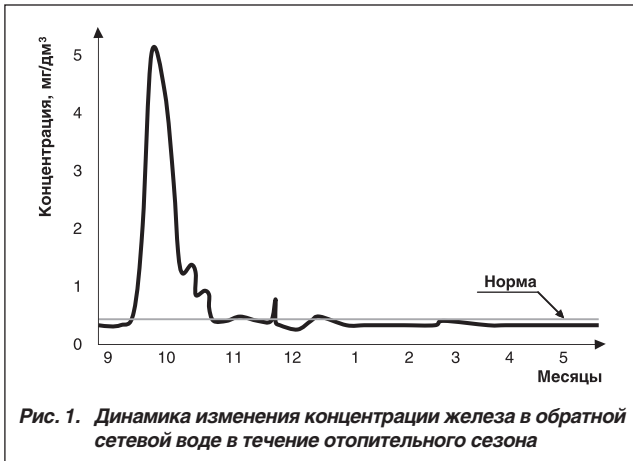


Рис. 1. Динамика изменения концентрации железа в обратной сетевой воде в течение отопительного сезона

ной на рис. 1, это проявляется ярко выраженным «пиком» превышения.

Периодическое превышение нормативных показателей происходит также и в течение отопительного сезона и вызвано, как правило, переключениями на участках тепловых сетей или их запуском после аварийных ремонтов.

По данным эксплуатирующих организаций, в пусковой период около 80–90 % частиц загрязнений в сетевой воде имеют размер свыше 70 мкм (рис. 2), а их количество максимально. Кроме того, в период пуска с обратной сетевой водой поступает большое количество крупных механических примесей — отслоившиеся со стенок трубопроводов фрагменты продуктов коррозии могут достигать 0,5–5 см, встречаются мелкие и крупные камешки, песок, щебень, сварочный грат, окалина и другие посторонние предметы.

Такие загрязнения в силу больших значений концентраций, размеров и плотности имеют определяющее значение в негативном явлении заноса котлов и теплообменного оборудования механическими примесями, особенно в пусковой период. Их присутствие в сетевой воде создает дополнительную опасность повреждения и (или) повышенного абразивного износа рабочих колес сетевых насосов.

установлены магнитные уловители (шлама) на тепловых сетях разных предприятий достаточно одинаков, что свидетельствует о целесообразной границе размеров частиц, улавливание которых необходимо с точки зрения предотвращения заноса котлов и теплообменного оборудования механическими загрязнениями в сетевой воде.

Подходы к повышению качества сетевой воды

Вынужденной мерой улучшения показателей качества сетевой воды является промывка сетей большим объемом воды, прошедшей водоподготовку. Это ведет к безвозвратной ее потере и существенным затратам.

Многие тепловые источники вообще не имеют оборудования для очистки обратной сетевой воды. В лучшем случае установлены грязевики перед сетевыми насосами, которые могут защитить рабочие колеса насосов от попа-

Анализ таблицы показывает, что основная масса загрязнений (около 85–90 %) имеет размер более 70 мкм. Интересно, что дисперсный состав механических частиц улавливаемых разным водоочистным оборудованием (на ТЭЦ ОАО «Ижорские заводы»

дания только крупных предметов. Вследствие этого на практике явление заноса котлов и теплообменного оборудования встречается достаточно часто. Причем при отсутствии оборудования для очистки обратной сетевой воды от механических примесей опасность заноса котлов и теплообменников сохраняется в течение всего отопительного периода.

Приведенные факты указывают на актуальную необходимость применения оборудования для защиты водогрейных котлов и теплообменного оборудования от заноса механическими загрязнениями, поступающими в котельные с обратной сетевой водой.

При выборе оборудования для очистки сетевой воды от загрязнений большое значение имеют такие показатели, как его эффективность, возможная производительность, рабочий диапазон расходов, простота и удобство эксплуатации, а также характер и свойства загрязнений.

Например, устройства, использующие сетчатые перегородки или фильтрующие материалы, отличаются быстрым нарастанием гидравлического сопротивления и необходимостью очистки или замены указанных элементов. При этом аппарат должен полностью или частично выводиться из работы, а неочищенная сетевая вода в этот период направляется по

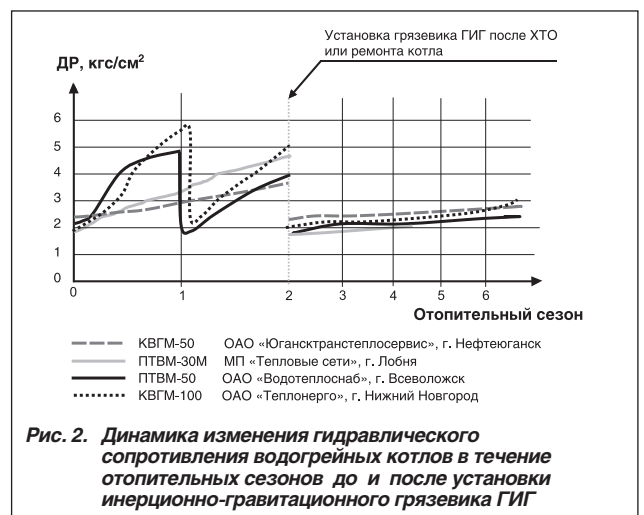


Рис. 2. Динамика изменения гидравлического сопротивления водогрейных котлов в течение отопительных сезонов до и после установки инерционно-гравитационного грязевика ГИГ

байпасной линии без очистки или через дополнительный, резервный аппарат. В период пуска тепловых сетей такие устройства необходимо часто обслуживать, что существенно увеличивает эксплуатационные расходы. Этот факт хорошо показан и подтвержден исследованиями Датского совета по централизованному теплоснабжению.

Устранение данного недостатка возможно путем автоматизации процесса промывки сетчатых перегородок или фильтрующих материалов, однако это также приводит к росту затрат на эксплуатацию. Автоматизация такого процесса, реализуемая в так называемых самопромывных, или самоочищающихся, фильтрах частично решает эту проблему, но при больших концентрациях загрязнений в воде значительно увеличивается частота включения режима промывки и образуется достаточно большой объем промывочной воды. Кроме того, стоимость автоматизации аппаратов достаточно высока.

Существует также возможная опасность повреждения сетки крупным фрагментом загрязнения в воде или случайным предметом, которое может быть не зафиксировано персоналом. В этом случае эффект очистки воды сетчатыми фильтрами резко снижается.

Подобных недостатков лишены устройства, использующие гидродинамические принципы очистки (например, сочетание процессов инерции и гравитации). Комбинированное использование этих процессов реализовано в инерционно-гравитационных грязевиках ГИГ, разрабатываемых предприятием ООО СПКФ «ВАЛЕР».

Такие аппараты имеют незначительное и постоянное гидравлическое сопротивление, независящее от количества уловленных загрязнений. Они не требуют резервирования, специального обслуживания, остановки в ходе эксплуатации, не могут быть повреждены при попадании в них крупных и прочных фрагментов и постоянных предметов с сетевой водой.

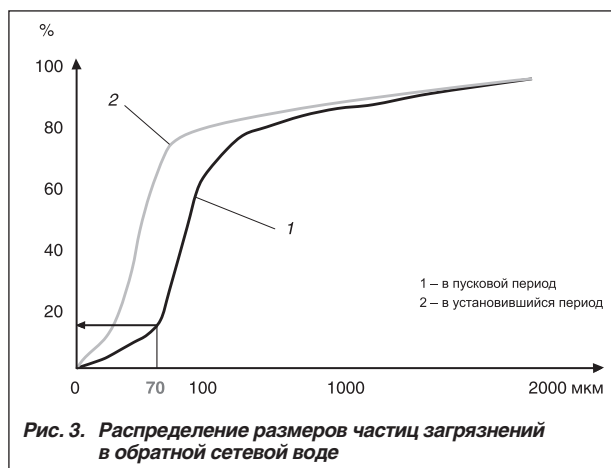
Накопление загрязнений происходит в нижней камере устройства (для тяжелых примесей) и в верхней камере (для легко всплывающих примесей). Достаточно большой объем камер обеспечивает сбор частиц загрязнений для последующего их периодического удаления.

Удаление накопленных загрязнений из корпуса грязевиков ГИГ производится кратковременным открытием дренажной, без остановки системы и самого устройства. Объем сбрасываемой воды при этом незначителен и составляет около 2–5 % от внутреннего объема аппарата. Высокая производительность (до 6000 м³/ч и выше) и эффективность очистки сетевой воды в таких устройствах (до 90 % для тяжелых частиц загрязнений с размером более 70 мкм) сочетается с надежностью и простотой эксплуатации.

Опыт использования инерционно-гравитационных грязевиков ГИГ

Внедрение инерционно-гравитационных фильтров-грязевиков ГИГ ведется с 1993 года. Накоплен большой положительный опыт эксплуатации аппаратов на многих котельных. На рис. 3 показана динамика изменения гидравлического сопротивления водогрейных котлов на ряде котельных теплосетевых предприятий до и после установки инерционно-гравитационных грязевиков ГИГ.

Например, гидравлическое сопротивление котлов ПТВМ котельной, не оборудованной устройствами очистки сетевой воды от механических примесей, за отопительный сезон увеличивалось с нормативных 1,5 до 6 кгс/см². Причем максимальная степень прироста гидравлического сопротивления приходилась на первые недели пускового периода. Быстрый занос конвективных частей котлов приводил к необходимости постоянных ремонтов конвективных пакетов, а также проведению ежегодных химических промывок. После установки в 2003 году оборудования для очистки обратной сетевой воды (гравитационно-инерционный фильтр-грязевик ГИГ-1000) и его эксплуатации в течение года гидравлическое сопротивление на котлах увеличилось лишь на 0,5 кгс/см², а за последующие два отопительных сезона практически не изменялось.



По данным ОАО «Теплоэнерго» (г. Нижний Новгород), увеличение гидравлического сопротивления пиковых водогрейных котлов на Нагорной теплоцентрали до установки гравитационно-инерционных фильтров-грязевиков составляло 4–5 кг/см² за отопительный период. После внедрения аппаратов ГИГ-2300 и ГИГ-6400 прирост гидравлического сопротивления за отопительный сезон 2005/2006 года составил 0,3 кг/см² и продолжает оставаться постоянным. По эксплуатационным данным, в результате работы фильтров-грязевиков ГИГ было уловлено и удалено из тепловой сети около 31 т механических примесей.

Аналогичный характер нарастания гидравлического сопротивления водогрейных котлов типа ПТВМ до установки фильтров-грязевиков ГИГ наблюдался на котельных ООО «Югансктранстеплосервис» (г. Нефтеюганск) и МУП «Лобненская теплосеть» (г. Лобня Московской области). После установки аппаратов ГИГ нарастание перепада давления на котлах практически не происходит, что позволяет прогнозировать значительное увеличение межремонтного ресурса котлов и существенную экономию материальных затрат.

Продолжительность пускового периода в тепловых сетях зависит от интенсивности подключения потребителей, качества предварительной промывки сетей и систем отопления потребителей, наличия оборудования для очистки обратной сетевой воды и может составлять в среднем от 15 до 30 дней. Установка водоочистного оборудования на сетевых трубопроводах значительно уменьшает период времени до достижения сетевой водой нормативных значений показателей.

Например, в результате длительной (более десяти лет) эксплуата-

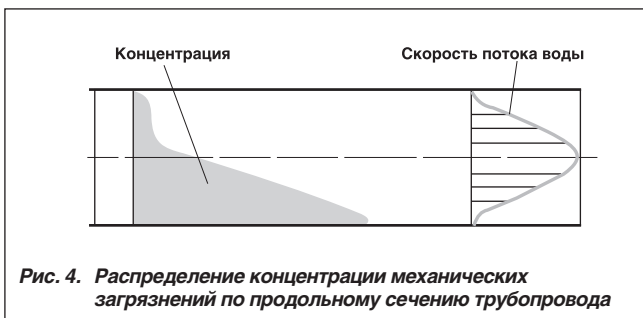


Рис. 4. Распределение концентрации механических загрязнений по продольному сечению трубопровода

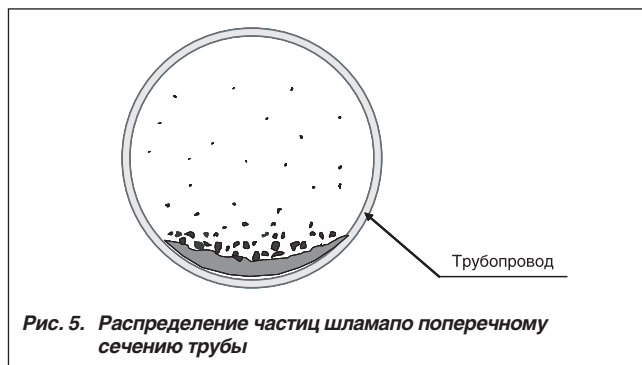


Рис. 5. Распределение частиц шлама поперечному сечению трубы

ции инерционно-гравитационных фильтров-грязевиков ГИГ-5600 на обратном трубопроводе котельной РТ «Парнас» (ГУП «ТЭК СПб») качество обратной сетевой воды достигает нормативных показателей в течение 5–10 дней с начала циркуляции теплоносителя при запуске отопительных систем.

Подобные результаты получены и на котельных ООО «Югансктрансстепсервис» (г. Нефтеюганск) с водогрейными котлами КВГМ-100 и ПТВМ-30М, обратные трубопроводы которых оборудованы пятью фильтрами-грязевиками ГИГ-2750. Эксплуатационным персоналом отмечено быстрое достижение нормативных показателей сетевой воды, что ранее не удавалось получить на протяжении всего отопительного периода.

После завершения подключения потребителей к тепловым сетям, стабилизации циркуляции теплоносителя и улавливания основного количества

механических примесей водочистным оборудованием концентрация загрязнений в сетевой воде приближается к нормативным значениям, уменьшаются размеры взвешенных частиц загрязнений – около 50–60 % частиц имеют размер менее 50 мкм (рис. 3) при их общем количестве не более 10–15 %. Эти загрязнения в силу небольших значений концентраций и размеров уже мало влияют на процесс механического заноса, поскольку при нормативных скоростях движения воды в водогрейных котлах практически не осаждаются.

Анализ распределения концентрации механических загрязнений по сечению горизонтального трубопровода (рис. 4) показывает, что крупные частицы (свыше 100 мкм) распределяются в области нижней образующей трубы и тем самым образуют наносные отложения на участках труб с низкими скоростями движения воды.

Более мелкие частицы в потоке распределяются по сечению трубопровода достаточно равномерно в соответствии с профилем скорости движения воды в трубо-

проводе и при скоростях воды более 0,8 м/с практически не осаждаются.

Вероятно, этим объясняется тот факт, что анализом воды на содержание взвешенных веществ зачастую не обнаруживаются достаточно крупные механические загрязнения (свыше 100 мкм). Тем не менее даже при нормативном значении концентрации взвешенных веществ в сетевой воде в период установившейся циркуляции теплоносителя (после завершения пускового периода), улавливание крупных механических примесей грязевиком ГИГ продолжается. Об этом свидетельствует дисперсный анализ загрязнений в шламе, дренаемом из аппарата периодически в течение всего отопительного периода (см. таблицу).

Таким образом, приведенные данные о результатах практической эксплуатации инерционно-гравитационных грязевиков ГИГ позволяют рекомендовать их широкое применение в котельных и ТЭЦ для очистки обратной сетевой воды от механических примесей и предотвращения заноса загрязнениями котлов и теплообменного оборудования (рис. 5, 6).



Рис. 6. Интинская ТЭЦ ОАО «ТК-9» Грязевик ГИГ – 2300. Установлен в 2007 г.



Рис. 7. Грязевики ГИГ – 6000 ВК на Приморской котельной Установлены в 2009 г.