

**УДК 502/504**

А.Д. БЕЛОЗЁРОВА, С.Е. САВЕНКО, студенты гр. 10604118 (БНТУ)  
Научный руководитель С.А. КАЧАН, к.т.н., доцент (БНТУ)  
Республика Беларусь, г. Минск

**КОНТРОЛЬ ВЫБРОСОВ РТУТИ ПРИ СЖИГАНИИ УГЛЯ**

Ртуть – это металл, при температурах окружающей среды существующий в жидкой фазе; общеизвестно, что пары его очень ядовиты. Крупнейшим мировым источником выбросов ртути в атмосферу в результате деятельности человека является сжигание угля. В столь неблагоприятных с точки зрения экологии условиях важным аспектом является контроль за выбросами ртути угольными электростанциями.

К факторам, влияющим на количество ртути, которую выбрасывают станции, сжигающие сопоставимое количество угля, относятся [1]:

- состав угля и концентрация ртути в угле;
- технологии сжигания;
- наличие и эффективность средств удаления ртути.

Существуют различные способы сокращения выбросов ртути. [1] Рассмотрим некоторые из них. Приоритетным и самым очевидным способом сокращения выбросов является повышение эффективности электростанции, что в результате приведёт к сжиганию меньшего количества топлива. Также некоторые угольные электростанции переходят на совместное сжигание биомассы с углём в целях снижения выбросов  $\text{CO}_2$ . Это может также сократить выбросы ртути из-за более низкой её концентрации в большинстве материалов биомассы, а также вследствие изменения условий сжигания и образования золы. Кроме того, существует процесс обогащения угля, направленный в первую очередь на уменьшение содержания золы и серы в угле, — однако он также может снизить и содержание ртути в топливе.

Существующие установки для очистки дымовых газов на угольных электростанциях не предназначены в первую очередь для удаления ртути, однако оказывают и дополнительное положительное влияние на удаление этого загрязнителя. Отметим, что наиболее часто используемые средства борьбы с угольной пылью — это тканевые фильтры и электрофильтры. Газообразная же окисленная ртуть удаляется с помощью установок мокрой десульфуризации дымовых газов, в то время как твердые частицы ртути также удаляются с помощью таких пылеуловителей, как электрофильтры или тканевые фильтры.

Несмотря на то, что установки селективного каталитического восстановления не удаляют ртуть, катализатор в них способствует окислению газообразной элементарной ртути в газообразную же окисленную форму и

повышает эффективность удаления ртути при мокрой десульфуризации дымовых газов. Сама газообразная ртуть в основном проходит через тканевый фильтр; чтобы сделать этот процесс более эффективным, газообразную ртуть следует по возможности перевести в её окисленную форму, которая может связываться с частицами. Эффективность тканевого фильтра также можно повысить, например, совмещая его с вводом сухого или полусухого сорбента.

Системы впрыска активированного угля (ВАУ) являются наиболее зарекомендовавшей себя коммерческой технологией для снижения выбросов дымовых газов. В ходе многочисленных полномасштабных испытаний было доказано, что ВАУ является наиболее экономичным способом снижения выбросов диоксинов, фуранов и ртути при эксплуатации большинства угольных котлов. В зависимости от типа сжигаемого топлива и типа оборудования для борьбы с загрязнением воздуха, установленного на электростанции, система ВАУ может сократить выбросы более чем на 90%.

Как правило, порошкообразный сорбент впрыскивается до или после существующего пылеуловителя; ртуть в дымовых газах адсорбируется активированным углем. В случае, если сорбент впрыскивается после пылеуловителя, необходимо будет добавить тканевые фильтры. Если система ВАУ расположена выше по потоку от пылеуловителя, то такое смешение может отрицательно повлиять на утилизацию летучей золы при производстве бетона.

На рисунке 1 представлена схема ВАУ, которая представляет собой инженерную систему, в которой порошкообразный активированный уголь (ПАУ) пневматически впрыскивается из бункера для хранения или системы сыпучих мешков (для меньших скоростей подачи) в газоходы. [2] ПАУ адсорбирует диоксин, фуран и ртуть из дымовых газов и вместе с летучей золой собирается в устройстве для сбора твердых частиц электростанции (т.е. в тканевом или электроfiltре).

ПАУ производится из древесного угля, скорлупы кокосов, ореховой скорлупы, косточек плодовых культур и др.; он очень пористый и имеет огромную площадь поверхности. Так, на один грамм ПАУ приходится более 500 м<sup>2</sup> поверхности. [2] Большая площадь внутренней поверхности ПАУ создает силы притяжения, которые притягивают к нему другие молекулы. Как только ртуть адсорбируется, она удерживается углеродом до тех пор, пока не будет захвачена фильтром и удалена из системы в качестве отхода.

В заключение отметим, что поведение ртути в зависимости от типа угля и условий его сжигания настолько изменчиво, что не существует единой технологии или стратегии, которая позволила бы обеспечить контроль ртути во всех системах, работающих на угле. Оптимальный способ контроля ртути должен определяться для каждой электростанции индивидуально.

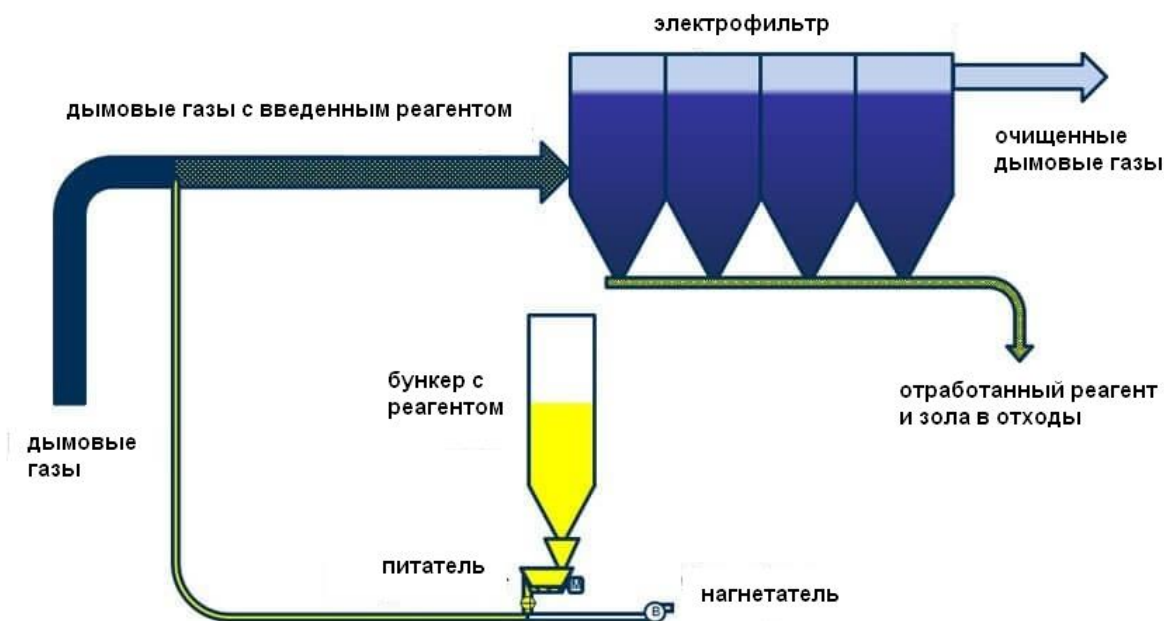


Рисунок 1. Системы впрыска активированного угля [2]

#### Список литературы:

1. Guidance on Best Available Techniques and Best Environmental Practices to Control Mercury Emissions from Coal-fired Power Plants and Coal-fired Industrial Boilers : Coal Canada – URL: [https://www.mercuryconvention.org/sites/default/files/documents/Canada\\_coal.pdf](https://www.mercuryconvention.org/sites/default/files/documents/Canada_coal.pdf) (дата обращения 21.10.2022). – Текст : электронный.
2. Activated Carbon Injection (ACI) System : Dustex – URL: <https://www.ldxsolutions.com/activated-carbon-injection-aci-system/> (дата обращения 21.10.2022). – Текст : электронный.