

## Оценка эффективности работы мокрых пылеулавливающих аппаратов

*Т.А. Скорик, Е.К. Глазунова, Н.И. Галкина*

*Академия строительства и архитектуры  
Донской государственной строительной академии г. Ростов-на-Дону*

**Аннотация:** Рассматриваются актуальные вопросы, связанные с необходимостью повышения эффективности пылеулавливающих установок, правильного выбора способа очистки выбросов и конструкции промышленных фильтров, связывающих режимы работы аппаратов со свойствами улавливаемой пыли. Предложен способ комплексной очистки выбросов с мокрым пылеулавливающим аппаратом, встроенным в технологическую линию.

**Ключевые слова:** мокрые пылеуловители, эффективность, КПД системы, оптимизация, выбросы, экология, пылеулавливание.

В инженерной практике основным результирующим параметром любого технического устройства традиционно считается эффективность его работы, являющаяся аналогом КПД, и определяющая степень соответствия реального результата максимально достижимому (требуемому) [1]. Однако проектирование и оптимизация рабочих параметров пылеулавливающих аппаратов ведется в основном по расходным характеристикам. Работы, посвященные исследованию параметров эффективности работы промышленных фильтров мокрого типа, в основном, носят эмпирический характер и позволяют определить поправочные корреляционные коэффициенты к теоретическим моделям, создавая математическую модель практически для каждого конкретного случая: особенностей технологии основного производства, вида улавливаемой пыли, параметров газа-носителя и т.д. [2]. При этом даже конечный результат, на который ориентируются при выборе или конструировании аппарата – эффективность пылеулавливания или степень очистки газа принимается субъективно и, или необоснованно завышается, или закладывается заниженной, без использования всего потенциала и резервов аппаратов и схем очистки [3].

С учетом того, что сложная техническая система газоочистки является «открытой», оценку эффективности в зависимости от целевого назначения и типа решаемых задач предложено производить с учетом выделения ее двух различных видов:

- технологической, характеризующей достижимый в заданных условиях эксплуатации уровень выполнения пылеулавливающим аппаратом функции улавливания вредных выделений. По сути, этот вид эффективности является коэффициентом «технологического захвата» вредностей и определяет операции их дальнейшей обработки в вентиляционной системе;

- санитарно-гигиенической, характеризующей достижимый в заданных условиях эксплуатации системы газоочистки остаточного содержания вредностей в значимых точках воздуха, как рабочей зоны, так и выбросах в атмосферу. В данном случае следует иметь в виду, что экологический статус, определяемый, в том числе, валовыми выбросами вредностей, то есть, наряду с мощностью источников выбросов, также остаточными концентрациями пыли после газоочистных аппаратов, обусловленными их эффективностью, определяет фоновые концентрации вредностей на промплощадке и, тем самым, качество воздухозабора приточных систем [4]. Этот тип эффективности является коэффициентом «технологического проскока» вредностей, непосредственно определяющий условия труда работающих. Необходимо также учитывать целый ряд требований и ограничений, как производственного, так и экономического характера. Особым направлением деятельности при проектировании систем газоочистки в настоящее время представляются ресурсо- и энергосбережение, а также экономическая эффективность систем газоочистки. Более подробный анализ позволяет выделить значительное количество влияющих факторов, ранжирование которых позволяет создать

систему определяющих показателей и повысить объективность оценки принимаемых решений [5].

В мокрых пылеулавливающих аппаратах процесс очистки газов осуществляется благодаря взаимодействию с жидкостью, чаще всего с водой. Необходимый контакт с ней взвешенных частиц может быть обеспечен различными способами: при прохождении газа через слой жидкости, при контакте с пленкой стекающей жидкости, при взаимодействии с каплями диспергированной жидкости, в пенном слое и т.д. Перспективным направлением является создание аппаратов, совмещающих различные физические механизмы улавливания, что позволяет повысить суммарную степень очистки газов [6].

Авторами был разработан ряд высокоэффективных пылеулавливающих аппаратов, в которых одновременно реализуется большинство способов контакта частиц с жидкостью, что обуславливает максимальную полноту очистки газов от пыли с различными физико-химическими свойствами.

Примером подобного аппарата является вихревой пенно-капельный пылеуловитель (ВПКП) [7].

Принцип его действия основан на смешении загрязненного воздуха с жидкостью в трубе Вентури-дюзе, горловина которой снабжена винтовыми прорезями и расположена так, что часть их погружена в жидкость. Прорези обеспечивают поступление жидкости в горловину и одновременное закручивание газопылевого потока для интенсивного образования пенно-капельной зоны в горловине и начале диффузора. Таким образом обеспечивается активное взаимодействие частиц пыли с жидкостью. Далее в системе каплеотбойников капли жидкости с уловленными частицами отделяются от воздуха. Шлам удаляется из аппарата

---

периодически, что уменьшает общий расход воды, определяемый потерями на испарение и удаление шлама.

Результаты исследований работы ВПКП на ряде предприятий стройиндустрии показали его высокую эффективность при улавливании пыли цемента, керамзита, перлита, извести и т.д. Так как ВПКП относится к аппаратам с внутренней циркуляцией жидкости, важно учитывать влияние концентрации уловленной пыли в орошающей жидкости на эффективность пылеулавливания, а, следовательно, периодичность замены воды, режим работы и нагрузку водно-шламового хозяйства [8].

Как показали исследования, наличие взвеси в орошающей жидкости мокрых пылеуловителей до определенных пределов способствует увеличению степени очистки. Для ВПКП максимальный прирост эффективности пылеулавливания имеет место при концентрации взвеси 10-15% в зависимости от вида пыли.

Большинство видов пыли строительных материалов инактивны и гидрофильны, что делает возможным использование в мокрых пылеуловителях для орошения их суспензий. Твердые частицы взвеси интенсифицируют процесс диспергирования, орошающей жидкости и ее структурную вязкость, а также устойчивость образующейся пены, что способствует более эффективному проявлению различных механизмов мокрого улавливания пыли, что иллюстрируют рисунки 1 и 2.

С целью повышения эффективности и экономичности пылеулавливающих установок известкового цеха разработана аспирационная установка, с мокрым пылеулавливающим аппаратом комплексной очистки, встроенная в технологическую линию [9]. Она имеет возможность работать на технологической суспензии известкового молока. Одновременное воздействие на трехфазную среду различных физических механизмов взаимодействия

---

обеспечивает высокую степень очистки, как аспирационного воздуха, так и технологического продукта.

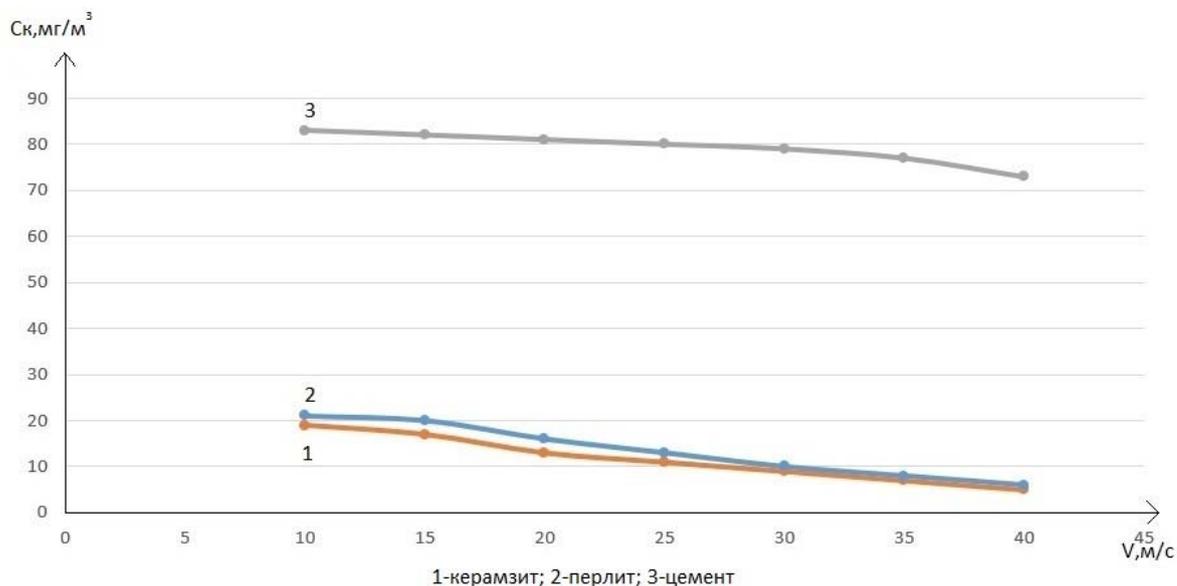


Рис. 1. – Зависимость остаточной концентрации пыли в воздухе после пылеуловителя  $C_k$ , мг/м<sup>3</sup> от скорости воздуха в аппарате  $V$ , м/с

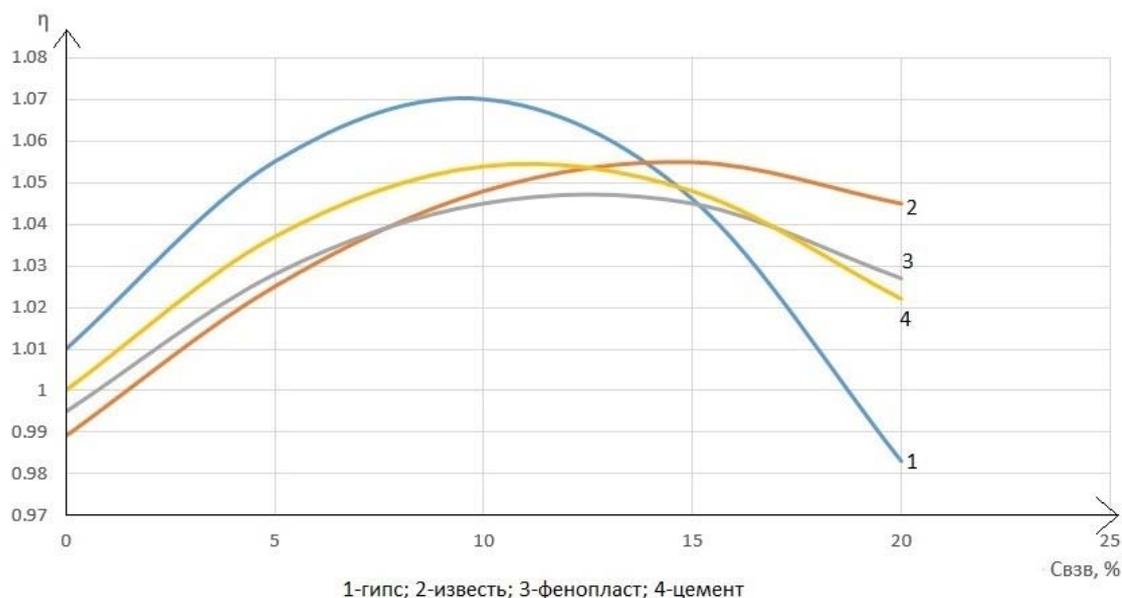


Рис. 2. – Зависимость относительной степени очистки газов  $\eta^*$ , от концентрации взвеси в орошающей суспензии  $C_{взв}$ , %

Совмещение нескольких конструктивных узлов, реализующих различные механизмы контакта фаз в одном аппарате, позволяет устранить ряд недостатков, присущих мокрым пылеуловителям, например, каплеунос, затраты на водно-шламовое хозяйство, а также повысить удельное орошение очищаемого газа и резко сократить выбросы не только пыли, но и вредных газов и паров.

Внедрение предложенной схемы очистки на участках известкового производства позволило сократить концентрацию пыли в выбросах в среднем с 12,39 г/м<sup>3</sup> до 0,05 г/м<sup>3</sup> при максимальном уровне обеспечения экономичности систем аспирации.

Полученные результаты свидетельствуют о положительном опыте работы мокрых пылеуловителей комплексной очистки в промышленности строительных материалов, а закономерности, связывающие режимы работы аппаратов со свойствами улавливаемой пыли и особенностями технологических процессов, позволяют рекомендовать их к применению на предприятиях различных отраслей промышленности [10].

### Литература

1. Галкина Н.И. КПД системам вентиляции// Инженерный вестник Дона, 2017, № 2 URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2017/4106](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2017/4106).
  2. William A. Burgess. Ventilation for Control of the Work Environment. Wiley-Interscience, USA, 2014. 438 p.
  3. Штокман Е.А., Шилов В.А., Новгородский Е.Е., Скорик Т.А. Вентиляция, кондиционирование и очистка воздуха на предприятиях пищевой промышленности: Учебн. пособие. М.: АСВ, 2007. 668 с.
  4. Industrial ventilation. 19th Edition A Manual of Recommended Practice. ACGIH, American Conference of Governmental Industrial Hygienists, USA, 2013. 626 p.
-



5. Скорик Т.А., Страхова Н.А., Глазунова Е.К. Принципы конструирования пылеулавливающих устройств// Науковедение, 2012, №4 (13) С.206.

6. Способ комплексной очистки технологического продукта в виде суспензии и аспирационного воздуха от одноименных твердых примесей. Авт. свид. № 893219, бюлл. изобр. № 48, 30.12.98.

7. № 1037933, МКИ В 01 Д/10. Центробежный мокрый пылеуловитель/ Богуславский Е.И., Глазунова Е.К. №2969708/23-26. Заявлено 08.08.80. Бюл. №32. 08.08.80.

8. Скорик Т.А., Глазунова Е.К., Трубников А.А. Энергоэффективные методы нормализации микроклимата производственных помещений// Науковедение, 2012, № 4 URL: [naukovedenie.ru /index.php?p=issue-4-12](http://naukovedenie.ru/index.php?p=issue-4-12).

9. Аэрогидроциклон. Пат. 54538 РФ, МПК В04 С5, 12.12.2005.

10. Скорик Т.А., Соколова Г.Н., Галкина Н.И. Обоснование требований к системам пылеулавливания// Инженерный вестник Дона, 2016, № 4 URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3887](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3887).

### References

1. Galkina N.I. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2017, №2. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2017/4106](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2017/4106).

2. William A. Burgess. Ventilation for Control of the Work Environment. Wiley-Interscience, USA, 2014. 438 p.

3. Shtokman E.A., Shilov V.A., Novgorodskij E.E., Skorik T.A. Ventilacija, kondicionirovanie i ochistka vozduha na predpriyatijah pishhevoj promyshlennosti [Ventilation, air conditioning and air purification at food industry enterprises]: Uchebn. posobie. M.: ASV, 2007. 668 p.

4. Industrial ventilation. 19th Edition A Manual of Recommended Practice. ACGIH, American Conference of Governmental Industrial Hygienists, USA, 2013. 626 p.

---



5. Skorik T.A., Strahova N.A., Glazunova E.K. Naukovedenie, 2012, №4 (13) 206 p.
6. Sposob kompleksnoj ochistki tehnologicheskogo produkta v vide suspensii i aspiracionnogo vozduha ot odnoimennyh tverdyh primesej [Method of complex purification of technological product in the form of suspension and aspiration air from solid impurities of the same name]. Avt. svid. № 893219, bjull. izobr. № 48, 30.12.98.
7. № 1037933, MKI V 01 D/10. Centrobezhnyj mokryj pyleulovitel' [Centrifugal wet dust collector]. Boguslavskij E.I., Glazunova E.K. №2969708/23-26. Zajavleno 08.08.80. Bjul. №32. 08.08.80.
8. Skorik T.A., Glazunova E.K., Trubnikov A.A. Naukovedenie, 2012, № 4. URL: [naukovedenie.ru /index.php?p=issue-4-12](http://naukovedenie.ru/index.php?p=issue-4-12).
9. Ajerogidrociklon. Pat. 54538 RF, MPK V04 S5, 12.12.2005.
10. Skorik T.A., Sokolova G.N., Galkina N.I. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2016, № 4. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3887](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3887).