

Устойчивость импульсно-струйно регенерируемого рукавного фильтра в случае одного регенерирующего импульса во время верхнего предела перепада давления.

Mahmood Saleem, Institute of Chemical Engineering and Technology, University of the Punjab, Lahore, Pakistan, Lahore, Pakistan, Muhammad suleman Tahir, Institute of Chemical engineering and environmental technology, Graz University of Technology, Graz, Austria and Gernot Krammer, Institut für Apparatebau, Mechanische Verfahrenstechnik und Feuerungstechnik, Graz, Austria

Импульсная регенерация рукавных фильтров все чаще становится неотъемлемой частью технологии заводов. Проблемы, связанные с их эксплуатацией, напрямую влияют на рабочий процесс завода и могут включать в себя потери производственного времени. Таким образом, длительный срок стабильной работы фильтровальной установки желателен как для производителей, так и для эксплуатационников. Первоначально работа рукавного фильтра является полунепрерывной, которая состоит из чередующихся периодов фильтрации (формирования пыли) и регенерации (отделения пыли). Пыль, выпавшая в осадок во время фильтрационного периода (отфильтрованный слой) является источником понижения более высокого давления, который должен быть убран в определенных производственных точках, то ли понижением верхнего давления, то ли постоянной времени фильтрации.

Фильтруемый слой убирается во время регенерационного периода коротким по продолжительности импульсом обратного направления под высоким давлением. Регенерационный период в нормативах очень короткий по сравнению с фильтрационным периодом при постоянном фильтрационном процессе. Завод может работать нестабильно из-за изменения. Нестабильность может быть временной, когда фильтр достигает нового стабильного устойчивого состояния; обратимой, когда система может быть перенастроена на свои первоначальные условия путем изменения производственных параметров, или она может быть необратимой, таким образом, что такие параметры как снижение давления продолжают увеличиваться свыше допустимых лимитов завода (агрегата). В таком случае, единственным выходом является замена установки.

Импульсные рукавные фильтры могут работать между верхним и нижним пределами разрежения без контроля за количеством импульсов, или [2] на верхнем уровне разрежения с фиксированным количеством импульсов без регулирования нижнего уровня, или [3] с фиксированным фильтрационным временем и фиксированным количеством импульсов. Устойчивость определяется стабильным и постоянным временем фильтрационного цикла и количеством очищающих импульсов на фильтрационный цикл, постоянной времени фильтрационного цикла и постоянным нижним пределом разрежения соответственно, в зависимости от последовательности очистки рукавов [1], [2] или [3].

Так как желательна устойчивая работа, то необходимо отметить, что фильтр сходит с рельс при многих производственных ситуациях. Знание

производственных условий, которые приводят к неустойчивости – очень важно. В литературе были предприняты несколько попыток прогноза устойчивой и неустойчивой работы фильтра [1-4]. Экспериментальное исследование работы фильтра при использовании метода предложенного в [1], представлено в [5]. В этой работе представлено изучение ряда рабочих параметров импульсного фильтра, которые могут или не могут привести к неустойчивой работе фильтра.

Пробная аппаратура состоит из трех рядов рукавов. Устройство данной установки представлено в других источниках, в то время как рабочие параметры представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Диапазон рабочих параметров

Запыленность, $c$ [g/m <sup>3</sup> ]	Поверхностная скорость, $u$ [mm/s]	Верхний предел разности давлений, $DP_{max}$ [Pa]	Давление импульсной струи, $P_{jet}$ [bar]	Количество импульсов на ряд рукавов
3-5	27-68	800-2200	1,8-4	1

Различие между статическим давлением, развитым импульсной струей и  $DP_{max}$  является разностью давлений (силовой интенсивностью), ответственным за отделение пыли. Основанные на экспериментальных исследованиях время фильтрации за импульс, давление и скорость показаны на рисунке 1. Процесс наблюдается нестабильным при избыточном давлении ниже заданного уровня. При более высоком избыточном давлении процесс стабилизируется, хотя наблюдаются две интересные ситуации: первая – при 41мм/с, стабильная работа переходит в нестабильную (а в а1) потому что сокращается давление импульса с 4 бар до 3 бар при  $DP_{max} = 2200$  Pa. Сокращение  $DP_{max}$  не может стабилизировать (а1 на а2). Только увеличение импульсного давления от 3 до 4 бар стабилизирует работу при той же самой скорости. Второе – при 68 мм/с и 2300 Pa  $DP_{max}$ , устойчивая работа переходит в неустойчивую (b в b1) и (b1 в b2), когда  $DP_{max}$  уменьшается. Время на очищающий импульс во столько раз меньше, во сколько меньше объем, образованный во время фильтрационного цикла. Снижение верхней границы давления увеличивает отделение пыли, но уменьшает брикет. Импульс не сможет убрать пыль со стенок мешка, хотя дальнейшая работа ведет к продолжению встряхивающих импульсов.

Этот способ контроля восстановления имеет меньший допуск, потому что восстанавливаемая площадь за цикл фиксирована. Если отделение пыли по какой либо причине становится неэффективным, то разрежение продолжает возрастать и приводит либо к коротким фильтрационным циклам, либо к длительным импульсам.

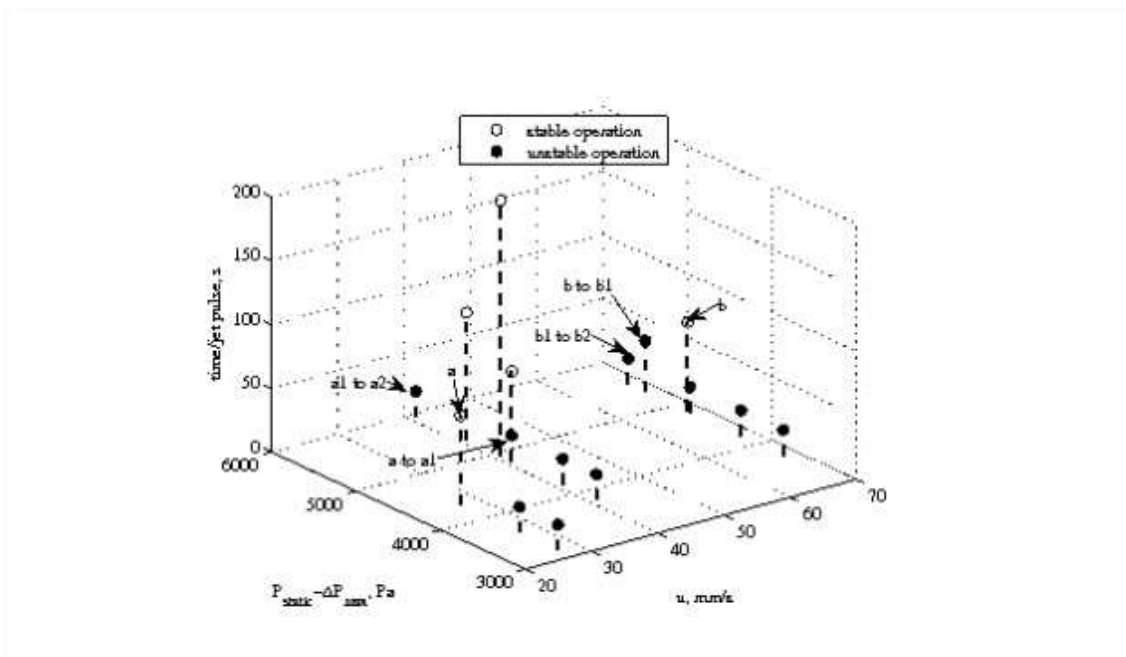


Рисунок 1 – Влияние рабочих параметров на рукавный фильтр стабильности

Было рассмотрено множество комбинаций, когда работа переходит от стабильной к нестабильной при изменении одного из рабочих параметров. Скорость фильтрации, давление импульсной струи и снижение верхнего предела разрежения имеют потенциал изменения устойчивой работы на неустойчивую. Существует начальный порог избыточного давления, ниже которого работа переходит в нестабильное состояние при определенной скорости фильтрации. Этот порог увеличивается с увеличением скорости. Увеличивающееся давление пылевого отделения путем уменьшения уровня разрежения не будет приносить желаемого эффекта, пока процесс протекает неустойчиво. Существует определенная нижняя граница разрежения ниже которой работа становится неустойчивой на специфической скорости. Верхняя граница разрежения ожидается свыше 2300 Pa. Понижение границы разрежения приводит систему к неустойчивой работе, когда фильтрационные циклы уже становятся короткими.

Таким образом, может быть сделано заключение, что отделение более толстого слоя пыли более эффективно, по сравнению с более тонким слоем при низких массогабаритных показателях слоя. Существует набор условий, когда работа становится неустойчивой, независимо от пути достижения этих условий. Можно сказать, что устойчивая или неустойчивая работа зависит от начальных условий работы установки.

#### Перечень ссылок

1. Leith D. and Ellenbecker M. J. Theory for pressure drop in a pulse-jet cleaned fabric filter. Atmospheric Environment, 14(7):845–852, 1980.

2. Morris K. and Millington C.A. Modeling fabric filters. Filtration and Separation, pages 478–483, November/December, 1983.

3. Krammer G., Kavouras A., and Saleem M. Low frequency pressure drop patterns during continuous filter operation. In Proceedings of the International Congress of Particle Technology, PARTEC, 2004.
4. Kavouras A. and Krammer G. A model analysis on the reasons for unstable operation of jet-pulsed filters. Powder Technology, 154:24–32, 2005.
5. Saleem M., Krammer G., Ijaz A., Effect of operating parameters on stability of pulse jet bag filter: an experimental study, World Filtration Congress, 14-18 April, 2008, Leipzig, Germany.
6. Saleem M., Krammer G., R  ther M., and Bischof H. Optical measurement of cake thickness distribution and cake detachment on patchily cleaned commercial bag filters. In Proceedings of the International Conference and Exhibition for Filtration and separation Technology, volume II, pages 51–58, Wiesbaden, Germany, October, 2005.