

УДК 690-502.7

Доцент Е. А. Рудыка, доцент Е.В. Батурина,
инженер А.М. Жеребцова
(Воронеж. гос. ун-т. инж. технол.)
кафедра технологии органического синтеза и высокомолекулярных соединений.
тел. (473)249-60-242
E-mail: calidahieme@gmail.com

Associate Professor E.A. Rudyka, associate Professor E.V. Baturina,
engineer A.M. Zhrebtsova
(Voronezh state university of engineering technologies)
Department of organic synthesis and high molecular compounds.
phone (473)249-60-242
E-mail: calidahieme@gmail.com

Решение экологических проблем при производстве растворимого чая

The solution of environmental problems in the manufacture of instant tea

Реферат. При ведении многих технологических процессов, в том числе при эксплуатации сушильного оборудования хорошо зарекомендовала себя двухступенчатая схема очистки теплоносителя, включающая аппараты сухой и мокрой очистки выбросов. Проанализирована система очистки воздуха цеха сушки, специализирующегося на производстве пищевых порошков, на примере порошка растворимого чая. Были выявлены места пылевыведения в цехе сушки, при производстве растворимых пищевых порошков, определены параметры отработанного теплоносителя сушилки, проанализированы физические и структурно-механические свойства полученного продукта, а также определена эффективность работы существующих на предприятии средств очистки воздуха. Выявлено, что при сушке этого порошка в выбросах содержится большая доля мелкодисперсной фракции пыли, обладающей высокой гигроскопичностью и большой адгезионной способностью и использование рукавного фильтра в качестве второй ступени очистки недопустимо. Среднестатистическое значение улавливания циклоном находилось в интервале 72-76 %. Это связано с тем, что для этой пыли характерно наличие большого процента тонкой фракции, которая плохо улавливается сухим центробежным аппаратом очистки. После анализа эффективности работы существующей системы очистки, можно сделать вывод о нецелесообразности ее использования на предприятии при пыли, данного дисперсного состава и необходимости разработки другого, более совершенного и эффективного варианта. Используемый конический циклон не является достаточно эффективным аппаратом для очистки теплоносителя от мелкодисперсной пыли, поэтому его использование возможно лишь в качестве первой ступени двухступенчатой очистки воздуха. Из полученных результатов следует, что имеющаяся на предприятии система очистки воздуха не обеспечивала необходимой эффективности. Для обеспечения необходимого уровня очистки отработанного воздуха следует учитывать особые свойства пылей конкретного производства. В качестве второй ступени в данном случае, с учетом специфических особенностей данного вида пыли, целесообразно применять мокрые виды очистки. Предложено использование для очистки теплоносителя мокрого аппарата центробежно-инерционного действия. Представленные обобщенные характеристики пыли могут служить материалом, позволяющим оценить степень опасности в санитарно-гигиеническом отношении того или иного технологического процесса и являются исходными данными для расчета эффективности действующего очистного оборудования и проектировании нового.

Summary. In the conduct of many processes, including during operation of the drying equipment is well proven two-stage purification scheme of the coolant, including units for dry and wet cleaning emissions. This article was reviewed the system of purification of air of the shop of drying specializing on production of food powders on the example of powder of soluble tea. Detected locations the emission of dust in shop of drying, by production of soluble food powders, parameters of the fulfilled dryer heat carrier are determined, physical and structural and mechanical properties of the received product are analyzed, and also overall performance of the means of purification of air existing at the enterprise is defined. It is revealed that when drying this powder emissions contain a big share of fine fraction of the dust possessing high hygroscopicity and big adhesive ability and use of the hose filter as the second step of cleaning is inadmissible. The average value of catching the cyclone was in the range of 72-76 %. This is due to the fact that this dust is characterized by the presence of a large percentage of the fine fraction, which is poorly captured by the centrifugal dry cleaning apparatus. After analyzing the effectiveness of existing treatment systems, it is possible to draw a conclusion about inexpediency of its use in the enterprise when the dust dispersed composition of this and the need to develop other, better and more effective option. Used conical cyclone is not very effective device for cleaning of coolant from fine dust, so its use is possible only as the first stage of two-stage air purification. From the obtained results it follows that the existing air cleaning system did not provide the required efficiency. To ensure the required level of purification of exhaust air should take into account the special properties of the dusts of a particular production. As the second stage in this case, with regard to the specific characteristics of this type of dust, it is advisable to use wet types of cleaning. It was suggested use for cleaning of the heat carrier of the wet device of centrifugal and inertial action is offered. The presented generalized characteristics of dust can serve as the material allowing to estimate danger degree in the sanitary and hygienic relation of this or that technological process and are basic data for calculation of an efficiency of the operating clearing equipment and design new.

Ключевые слова: сушилка, очистка воздуха, пыль, свойства.

Keywords: dryer, purification of air, dust, properties.

Большую отраслевую значимость и экологическую роль в настоящее время по-прежнему принадлежит проблеме увеличения эффективности очистки выбросов промышленных предприятий. Выброс пылевидных продуктов в окружающую среду ухудшает общее экологическое состояние, увеличивает взрывопожароопасность производства и приводит к потерям дорогостоящего готового продукта.

Поэтому необходимость исследовать и реализовать возможности для повышения эффективности основных способов очистки воздушных выбросов соответствующего производства, а также обосновать необходимый уровень очистки отработанного воздуха с учетом существующих экологических требований.

Однако существующий опыт показал, что механический перенос очистного оборудования, хорошо проявившего себя в определенных условиях, может дать неприемлемый результат в условиях другого производства [1, 2].

А значит, для повышения эффективности работы оборудования необходимы полноценные сведения о структурно-механических и физико-химических свойствах улавливаемых пылевидных пищевых продуктов и режимных параметрах отработанных воздушных выбросов. Это поможет выбору оптимальной схемы очистки для конкретных условий производства.

При ведении многих технологических процессов, в том числе при эксплуатации сушильного оборудования в отраслях пищевой промышленности, хорошо зарекомендовала себя двухступенчатая схема очистки теплоносителя, включающая аппараты сухой и мокрой очистки выбросов.

Нами были выявлены места пылевыведения в цехе сушки, при производстве растворимых пищевых порошков, определены параметры отработанного теплоносителя сушилки, проанализированы физические и структурно-механические свойства полученного продукта, а также определена эффективность работы существующих на предприятии средств очистки.

На предприятии атмосферный воздух проходит фильтр грубой очистки, затем подается вентилятором сначала в паровые калориферы, затем в электрические, где он нагревается и затем подается в газоподводящее устройство распылительной сушилки.

Поступившее на предприятие сырье проходит следующие этапы: разведение его до требуемой концентрации, предварительное нагревание и перемешивание в чугунном аппарате.

Подлежащий сушке подготовленный рабочий раствор, подается насосом на одну из пневматических форсунок. В рабочем объеме сушилки РС-250 распыленный исходный продукт смешивается с теплоносителем и высушивается, а отработанный теплоноситель поступает в циклон на очистку вместе с частью неуловленного пищевого продукта.

В воздухе рабочей зоны цеха при сушке порошков значительные потери сухого продукта наблюдаются в результате неплотного соединения элементов сушильной камеры и отводящего трубопровода.

Следующей причиной пылевыведения является необходимость периодических остановок технологического процесса и разгерметизации сушильной камеры. К участкам повышенной запыленности относятся операции разгрузки, развеса сухого продукта, а также затаривания его в бумажные мешки.

Все это приводит к попаданию в рабочую зону производственного помещения мелкодисперсной пыли, которая свободно перемещается с потоками воздуха из одного помещения цеха в другое, а затем выбрасывается в атмосферу из системы вытяжной общеобменной вентиляции предприятия.

Осевшая пыль убирается из помещения, как правило, сухим способом при помощи метел. Согласно проведенным замерам, концентрация мелкодисперсной пыли в воздухе рабочей зоны превышает предельно допустимую концентрацию при выгрузке сухого пищевого продукта и уборки производственного помещения.

Но первостепенной причиной потерь готового пищевого продукта и, как следствие, загрязнения атмосферного воздуха вокруг предприятия является недостаточно эффективная работа пылеочистного оборудования.

Изначально, на предприятии использовалась двухступенчатая система очистки. При этом в качестве сухой очистки был использован конический циклон, а в качестве второй ступени был установлен рукавный фильтр.

Нами проводился ряд исследований с мелкодисперсной чайной пылью.

Сушка этих порошков происходила при расходе исходного продукта около $1000 \text{ дм}^3/\text{час}$. Величина расхода воздуха, подаваемого в циклон колебалась в пределах $8500\text{--}8747 \text{ м}^3/\text{час}$. Температура на входе в циклон составляла $92\text{--}97^\circ\text{C}$.

Среднестатистическое значение улавливания циклоном находилось в интервале $72\text{--}76\%$. Это связано с тем, что для этой пыли характерно наличие большого процента тонкой фракции, которая плохо улавливается сухим центробежным аппаратом очистки.

Дисперсный состав пылевидного продукта определяли микроскопически, а также с использованием струйного сепаратора– импактора, предложенного НИИОГАЗ.

Из проведенного анализа следует, что при сушке этих порошков в выбросах содержится большая доля мелкодисперсной фракции пыли. В исследованном отработанном теплоносителе присутствуют около 80 % частиц размером менее 20 мкм. В отработанном воздухе после очистки в циклоне содержится в основном пыль размером менее 10 мкм. Она составляет около 90 % по массе.

Использование рукавного фильтра в качестве второй ступени очистки дает хорошие результаты, доля мелкодисперсной фракции пыли уменьшается. Среднестатистическое значение улавливания фильтром находилось в интервале 95-98 %. Однако использование этого пылеуловителя при производстве растворимого чая весьма затруднено и нецелесообразно.

Это связано со специфическими свойствами этой пыли и доказывает, что при улавливании, хранении и транспортировке пылевидных продуктов важно учитывать структурно-механические свойства соответствующих пылей и порошков.

Нами определялась объемная масса полученной чайной пыли и были получены уравнения, которые связывают величины объемной массы чайной пыли без уплотнения образца M_0 и объемной массой образца с уплотнением M_{01} с учетом размера пыли частиц d . Полученные уравнения представлены ниже:

$$M_0 = 789,6112 - 0,3872 d + 0,0001 d^2 \quad (1)$$

$$M_{01} = 976,8914 - 0,6769 d + 0,0001 d^2 \quad (2)$$

Эти уравнения характеризуют зависимость M_0 и M_{01} от размера частиц d в диапазоне 20-246 мкм. Коэффициенты корреляции для выборки $XU_1 = 0,9942$, $XU_2 = 0,9933$. Размер выборки - 8 точек. По результатам исследований выявлено, что величина M_0 повышается с уменьшением размера частиц порошка, при этом максимальным значениям объемной массой M_0 и M_{01} соответствует наличие фракций в очищенном в циклоне воздухе. По нашему заключению, мелкие частицы пыли заполняют промежутки между более крупными частицами, увеличивая значения M_0 и M_{01} . Полученные уравнения рекомендуется использовать при проектировании используемого в промышленности технологического оборудования.

Нами также проводились исследования коэффициента текучести K_t , скорости истечения пыли V и угла естественного откоса α

для продукта, полученного при помощи распылительной сушилки.

Согласно результатам исследования, в заявленном диапазоне размеров частиц 20-246 мкм, увеличение частиц пыли приводит к уменьшению величины K_t и увеличению величины V . При этом исследования фракций с размерами частиц пыли менее 60 мкм результаты измерения зафиксированы только при влажности $W = 1,0$ %. При увеличении влажности пылевидные фракции без вибрации из воронки не высыпались.

Для частиц размером менее 250 мкм средние значения величины угла естественного откоса α после сушки (влажность около 2,5 %) составляют 35-38 °С.

После анализа эффективности работы существующей системы очистки, можно сделать вывод о нецелесообразности ее использования на предприятии при пыли, данного дисперсного состава и необходимости разработки другого, более совершенного и эффективного варианта.

Используемый конический циклон не является достаточно эффективным аппаратом для очистки теплоносителя от мелкодисперсной пыли, поэтому его использование возможно лишь в качестве первой ступени двухступенчатой очистки воздуха.

В качестве второй ступени в данном случае, с учетом специфических особенностей данного вида пыли, целесообразно применять мокрые виды очистки.

Они могут обеспечить высокую эффективность улавливания мелкодисперсной и гигроскопичной чайной пыли. Скрубберы надежны в эксплуатации и высокоэффективны. Кроме того, мокрый пылеуловитель центробежно-инерционного действия позволит обеспечить дополнительную экономию готовой продукции. Поэтому нами была разработана установка для мокрой очистки теплоносителя, которая обладает явными преимуществами и дает высокую эффективность очистки воздуха от мелкодисперсной пыли, обладающей представленными выше свойствами.

Из полученных результатов следует, что имеющаяся на предприятии система очистки воздуха не обеспечивала необходимой эффективности. Для обеспечения необходимого уровня очистки отработанного воздуха следует учитывать особые свойства пылей конкретного производства.

С учетом специфики данного промышленного объекта тому нами была разработана установка для мокрой очистки теплоносителя, которая обладает явными преимуществами и дает высокую эффективность очистки воздуха от мелкодисперсной пыли, обладающей представленными выше свойствами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рудыка Е. А., Батурина Е. В., Семенихин О. А., Матюшенко И. Н. Модернизация аппаратов очистки отработанного воздуха в пищевой промышленности // Вестник Воронежского технического университета. 2010. Т. 6. № 8. С. 40-42.

2 Промышленное газовое оборудование: Справочник. 5-е изд., перераб. и доп. Саратов: Газовик, 2010. 992 с.

REFERENCES

1 Rudyka E.A., Baturina E.V., Semenikhin O.A., Matyushchenko I. N. Modernization of exhaust air purification devices in the food industry. *Vestnik Voronezhskogo tekhnicheskogo universiteta*. [Bulletin of the Technical University of Voronezh], 2010, vol. 6., no. 8, pp. 40-42. (In Russ.).

2 Promyshlennoe gazovoe oborudovanie [Industrial gas equipmen]. Saratov, Gazovik, 2010. 992 p. (In Russ.).