

ИСПЫТАНИЯ ЛАБОРАТОРНОГО ЦИКЛОНА – РАЗГРУЗИТЕЛЯ С РАЗЛИЧНЫМ ВВОДОМ АЭРОДИСПЕРСНОГО ПОТОКА

Журавлев А.А., Сачкова Н.А. – студенты гр. МАПП-41, Терехова О.Н. - научный руководитель

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова
(г. Барнаул)

На предприятиях зерноперерабатывающей отрасли все технологические процессы хранения и переработки зерна сопровождаются образованием большого количества пыли внутри оборудования, которое может достигать взрывоопасной концентрации, а при выделении в окружающую среду создает концентрацию, опасные для здоровья людей.

Эффективное разделение аэродисперсных систем позволит извлечь из воздушно-пылевого потока ценные пищевые продукты, а также снизить интенсивность изнашивания трущихся поверхностей оборудования и предотвратить возможность возникновения пылевых взрывов. Поэтому одной из задач, поставленной в данной работе – повысить качество отделения твердой фазы из аэросмеси в процессе пневмотранспортирования.

На кафедре МАПП был разработан циклон – разгрузитель с коническими элементами предназначенный для выделения из аэросмеси транспортирующего материала во всасывающих пневмоустановках.

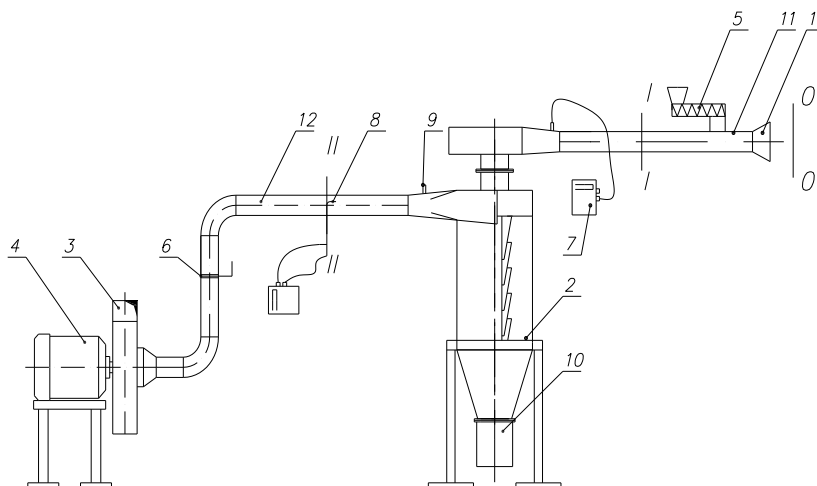
Для выявления основных аэродинамических характеристик циклона, а также ре-

жимов работы были проведены испытания разгрузителя на продуктах размола.

До испытания вентиляционной установки по каждому продукту размола проведен анализ дисперсного состава. Анализ дисперсного состава продуктов имеет особо важное значение. Без характеристики степени дисперсности продуктов размола нельзя объективно оценить эффективность действующих пылеулавливающих устройств и предсказать степень очистки воздуха проектируемыми устройствами.

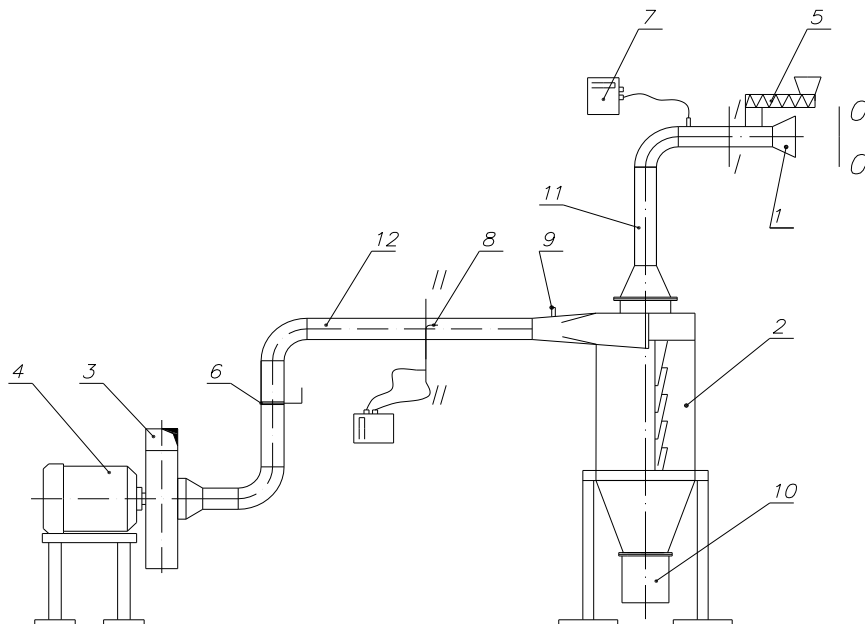
Для проведения анализа дисперсного состава используется стенд для разделения сыпучей смеси по размерам – решетный классификатор. Ситовой анализ проводится посредством просеивания навески на восьми ситах, размер отверстий сита выбирается в зависимости от крупности продукта.

Для испытания циклона – разгрузителя смонтирован экспериментальный стенд (рисунк 1 а), с тангенсальным вводом аэродисперсного потока в циклон, а также стенд с осевой подачей аэросмеси в циклон (рисунок 1б).



1а - экспериментальная установка с тангенсальным вводом аэровоздушного потока

ИСПЫТАНИЯ ЛАБОРАТОРНОГО ЦИКЛОНА – РАЗГРУЗИТЕЛЯ С РАЗЛИЧНЫМ ВВОДОМ АЭРОДИСПЕРСНОГО ПОТОКА



1б - экспериментальная установка с осевым вводом аэровоздушного потока

1 - входной коллектор; 2 - циклон-разгрузитель; 3 - вентилятор; 4 - электродвигатель; 5 - шнековый питатель; 6 - задвижка; 7 - микроманометр ДМЦ-01; 8 - комбинированный приемник давления; 9 - штуцер; 10 - бункер-накопитель; 11 - материалопровод; 12 - воздуховод.

Рисунок 1 – Экспериментальная установка циклона - разгрузителя

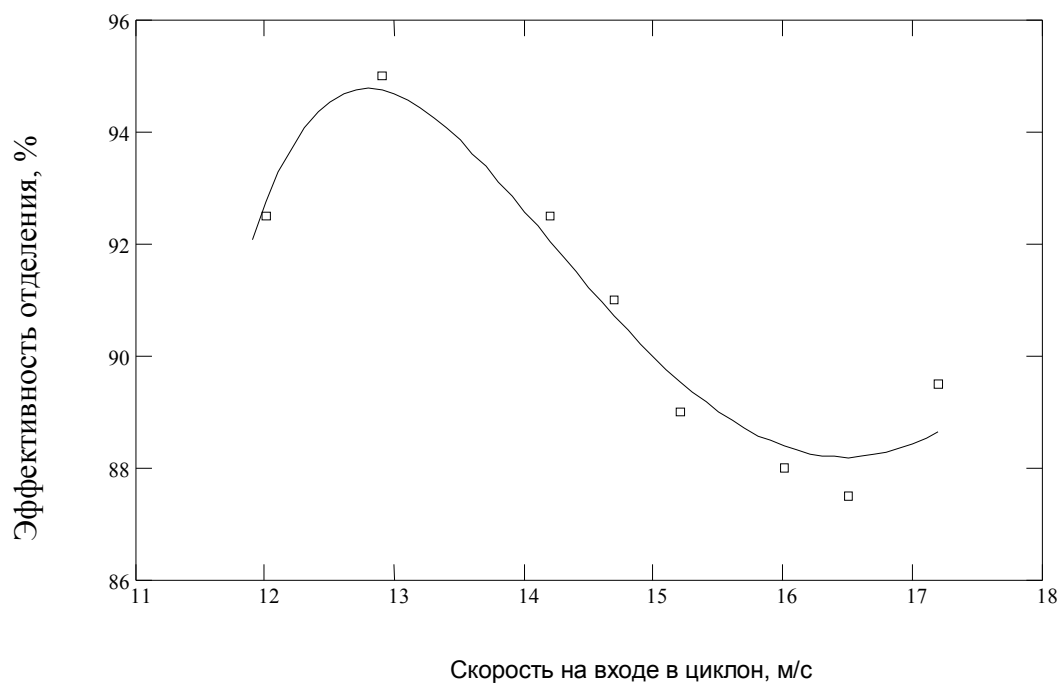
Испытания циклона – разгрузителя проводили на реальных продуктах размол с предприятия ЗАО «Союзмука». Концентрация продукта в воздушном потоке была обеспечена в пределах $10 \div 120 \text{ г/м}^3$. Эксперимент проводился при различных скоростях воздушного потока, в пределах $6 \div 19 \text{ м/с}$. Испытания установки с продуктами размол с 3 др.кр.с и 4 др.с. показали максимальную эффективность отделения

Оптимальной, согласно результатам опытов, оказалась скорость воздушного потока для данных продуктов драных систем на входе в циклон (при тангенсальном вводе аэросмеси $11,5 - 13 \text{ м/с}$), (при осевой подаче аэросмеси $8 - 11 \text{ м/с}$) при этих скоростях наблюдалась наиболее высокая эффективность разделения аэродисперсной смеси – $95-98 \%$. При скорости меньше этого значения или превышающей ее наблюдалось снижение эффективности разделения вследствие вторичного уноса легких частиц в поток очищенного воздуха. Основными факторами,

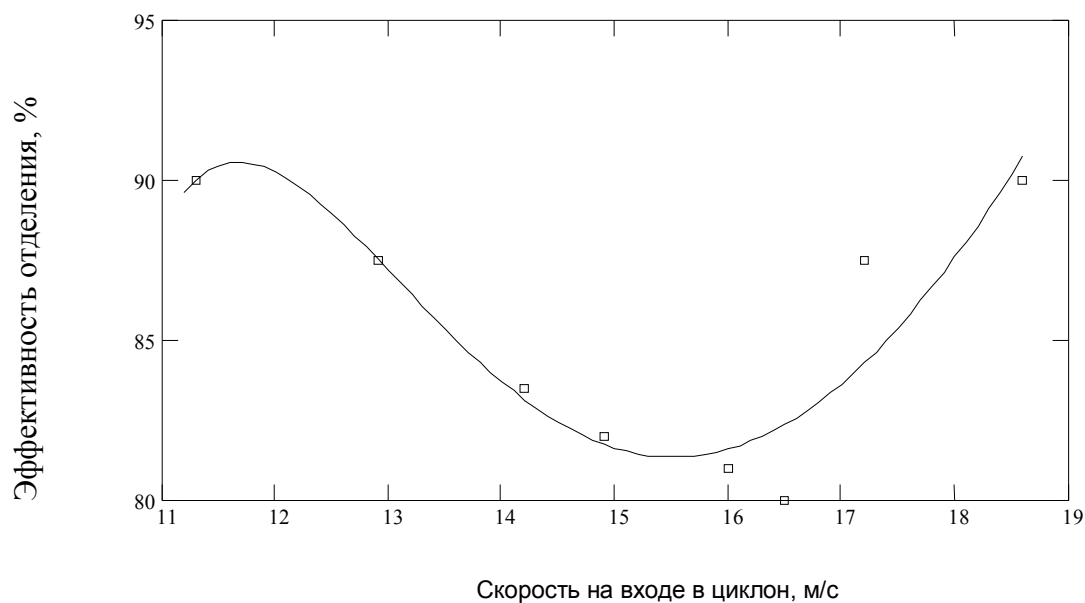
влияющими на эффективность работы разгрузителя, являются скорость воздушного потока во входном патрубке, начальная концентрация твердой фазы, ее дисперсный состав. Оказалось, что эффективность работы центробежно-инерционного пылеуловителя тем выше, чем выше начальная концентрация частиц пыли (при одной и той же их плотности), т.е. возможно использование его только в качестве первой ступени очистки в размольных отделениях мельницы.

Обработка результатов эксперимента и построение графиков зависимости эффективности отделения продукта в циклоне – разгрузителе от входной скорости проводится в программе MathCad по методу наименьших квадратов.

Задача этого метода сводится к определению наилучшей кривой линии $y = f(x)$, которая аппроксимирует серию экспериментальных точек.



а) продукт с 3 дранной крупной системы



б) продукт с 4 дранной системы

Рисунок 2 – Графики зависимости эффективности отделения продуктов драных систем от скорости на входе в циклон с тангенсальным вводом аэросмеси

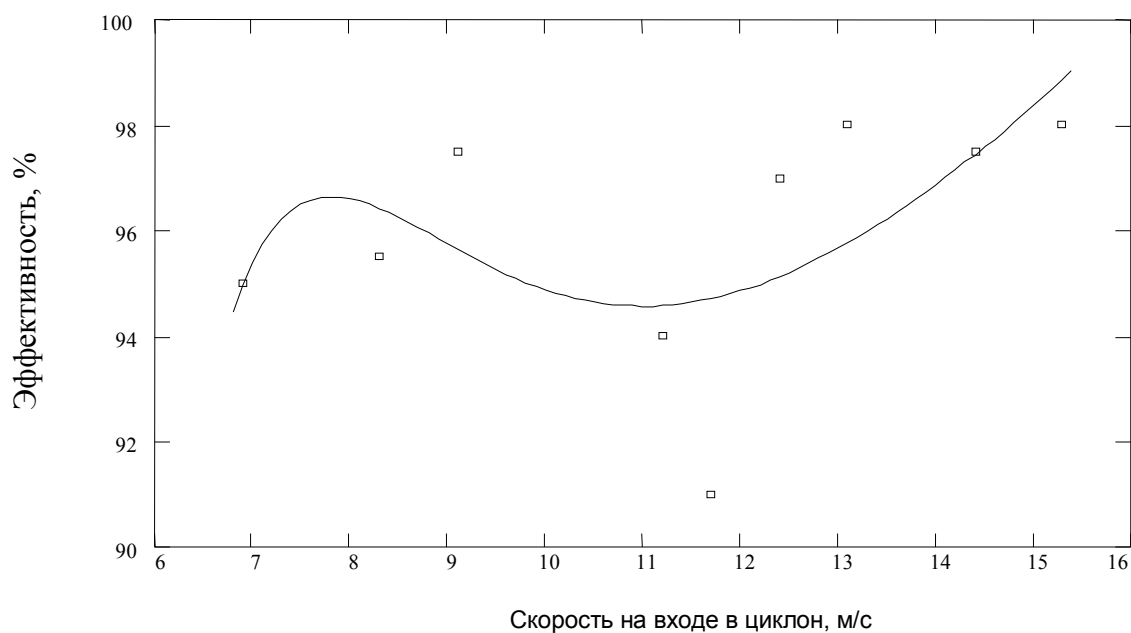
ИСПЫТАНИЯ ЛАБОРАТОРНОГО ЦИКЛОНА – РАЗГРУЗИТЕЛЯ С РАЗЛИЧНЫМ ВВОДОМ АЭРОДИСПЕРСНОГО ПОТОКА

Экспериментальная зависимость эффективности отделения от скорости для 3 др.кр.с. имеет следующий вид:

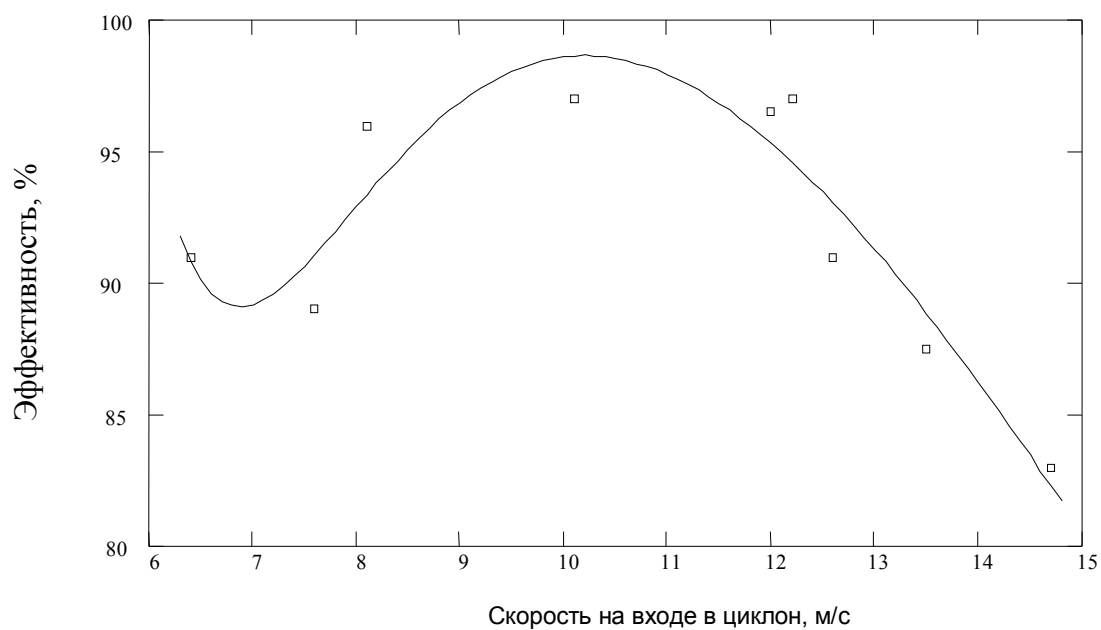
$$f(x) := 872.745 - 3.488 \cdot 10^4 \cdot \frac{1}{x} + 5.105 \cdot 10^5 \cdot \left(\frac{1}{x}\right)^2 - 2.415 \cdot 10^6 \cdot \left(\frac{1}{x}\right)^3$$

Экспериментальная зависимость эффективности отделения от скорости для 4 др.с. имеет следующий вид:

$$f(x) := 856.173 - 3.21 \cdot 10^4 \cdot \frac{1}{x} + 4.364 \cdot 10^5 \cdot \left(\frac{1}{x}\right)^2 - 1.938 \cdot 10^6 \cdot \left(\frac{1}{x}\right)^3$$



а) продукт с 3 дранной крупной системы



б) продукт с 3 дранной системы

Рисунок 4 – Графики зависимости эффективности отделения продуктов драных систем от скорости на входе в циклон с осевым вводом аэродисперсного потока

Экспериментальная зависимость эффективности отделения от скорости для 3 др.кр.с. имеет следующий вид:

$$f(x) := 192.755 - 2.831 \cdot 10^3 \cdot \frac{1}{x} + 2.663 \cdot 10^4 \cdot \left(\frac{1}{x}\right)^2 - 8.108 \cdot 10^4 \cdot \left(\frac{1}{x}\right)^3$$

Экспериментальная зависимость эффективности отделения от скорости для 4 др.кр.с. имеет следующий вид:

$$f(x) := -193.032 + 7.674 \cdot 10^3 \cdot \frac{1}{x} - 6.552 \cdot 10^4 \cdot \left(\frac{1}{x}\right)^2 + 1.794 \cdot 10^5 \cdot \left(\frac{1}{x}\right)^3$$

После проведения эксперимента на вентиляционной установке была отобрана фракция осевшего в циклоне продукта, который показал наибольшую эффективность отделения (до 98%) и проведен ситовой анализ (рис.4).

В ходе ситового анализа были проанализированы результаты полученных фракций продуктов размола по размерам, и построив

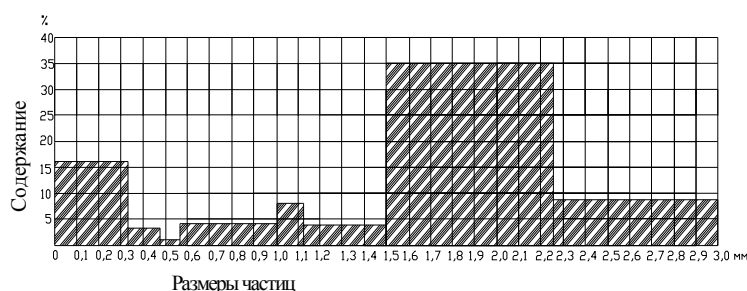
графики распределения частиц по размерам в пределах каждой фракции, можно сделать вывод о том, что частицы с размерами от 1,5 до 3,0 мм. (для продукта 3 др.кр.с.) и частицы с размерами от 0,6 до 1,14 мм (для продукта 4 др.с.) подвержены уносу в потоке очищенного воздуха.



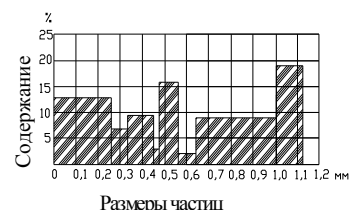
а) первоначальная фракция



а) первоначальная фракция



б) фракция осевшая в циклоне



б) фракция осевшая в циклоне

ИСПЫТАНИЯ ЛАБОРАТОРНОГО ЦИКЛОНА – РАЗГРУЗИТЕЛЯ С РАЗЛИЧНЫМ ВВОДОМ АЭРОДИСПЕРСНОГО ПОТОКА

Рисунок 4 – Результаты ситового анализа

В результате проведенного эксперимента можно сделать следующие выводы:

- наиболее эффективное отделение твердой фракции из аэродисперсного потока наблюдается на установке с осевой подачей аэросмеси с циклон;
- испытания установки с продуктами размола 3 др.кр.с и 4 др.с. показали максимальную эффективность отделения;
- эффективность отделения продукта с 3 др.кр.с и продукта с 4 др.с. достигает 97 – 98% при скорости на входе в циклон – разгрузитель 10,1 – 13,1 м/с, и расходе воздуха 230-300 м³/ч.;
- эффективность работы циклона – разгрузителя тем выше, чем выше начальная концентрация частиц пыли;
- в процессе эксперимента наблюдалось оседание продуктов размола на конической части циклона, что приводило к снижению эффективности;

- устранив недостатки данного циклона, но сохранив при этом присущие ему достоинства возможно спроектировать установку усовершенствованного циклона и рекомендовать его в качестве разгрузителя в размольное отделение мельницы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ватин Н.И., Стрелец К.И. Очистка воздуха при помощи аппаратов типа циклон. - С.Петербург, 2003.- 65 с.
2. Веселов С.А., Веденев В.Ф. Вентиляционные и аспирационные установки предприятий хлебопродуктов.- М.: Колос, 2004.- 240 с.
3. Володин Н.П. Справочник по аспирационным и пневмотранспортным установкам./ Н.П. Володин, М.Г. Касторных, А.И. Кривошеин – М.: Колос, 1984.-288 с.