

МРНТИ 61.13.01

А.М. Байтуреев¹ – основной автор, | ©
Ж.А. Ертаева², А.Т. Онлабекова³



¹Академик МАНЭБ, канд. техн. наук, профессор, ²Магистр, Директор,
²PhD, и.о. доцента

ORCID

¹<https://orcid.org/0000-0002-2752-4969> ³<https://orcid.org/0000-0003-4379-0586>



^{1,3}Таразский университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан

²ТОО Профессиональный гуманитарно-технический колледж «Білім»,
г. Тараз, Казахстан



¹bam150348@mail.ru

<https://doi.org/10.55956/WAJH9490>

АЛГОРИТМ БЛОК-СХЕМЫ РАСЧЕТА ЦИКЛОНА ПЕРВОЙ СТУПЕНИ ОЧИСТКИ НА ТОО «КАЗФОСФАТ» ТФ «МИНЕРАЛЬНЫЕ УДОБРЕНИЯ»

Аннотация. Охрана окружающей среды от вредных выбросов – одна из самых актуальных проблем нашего времени. Современные химические предприятия представляют собой сложные производственные комплексы, состоящие из различных цехов, а иногда и отдельных заводов, которые могут существенно загрязнять воздух в окружающих районах. Самым эффективным способом снижения выбросов пыли и вредных газов является разработка и установка газоочистных систем.

В статье приведен расчет циклона первой ступени очистки, установленного на ТОО «Казфосфат» ТФ «Минеральные удобрения». Создан алгоритм блок-схемы расчета конструктивных и технологических параметров первой ступени пылеулавливания содовоздушной смеси. В процессе расчета конструктивных и технологических параметров первой ступени пылеулавливания получен циклон типа ЦН-11-740. Определён коэффициент очистки циклона типа ЦН-11-740, который равен 84,6%.

Ключевые слова: алгоритм, блок-схема, циклон, диаметр, объемный расход газа, коэффициент очистки.



Байтуреев, А.М. Алгоритм блок-схемы расчета циклона первой ступени очистки на ТОО «Казфосфат» ТФ «Минеральные удобрения» [Текст] / А.М. Байтуреев, Ж.А. Ертаева, А.Т. Онлабекова // Механика и технологии / Научный журнал. – 2024. – №4(86). – С.423-429. <https://doi.org/10.55956/WAJH9490>

Введение. Охрана окружающей среды от вредных выбросов – одна из самых насущных проблем нашего времени. Загрязнение воздуха и океанов уже сейчас представляет серьёзную угрозу для флоры и фауны. С ростом промышленности увеличивается количество выбросов в атмосферу, что может привести к серьёзным последствиям, которые трудно предсказать.

Проблема загрязнения атмосферы имеет международный характер, поскольку рост выбросов наблюдается во всех развитых странах, и их объём напрямую зависит от уровня промышленного производства. В настоящее время на государственном уровне принимаются меры по активному

внедрению технологий с минимальными отходами, усилению защиты воздуха, модернизации транспортных средств и оборудования, повышению качества используемых материалов и топлива, а также установке эффективных систем очистки промышленных выбросов.

В Казахстане охрана атмосферного воздуха регулируется особыми законодательными нормами, соблюдение которых обеспечивается такими органами, как Государственная санитарная инспекция и Межведомственная инспекция по техническому надзору за газоочистными и пылеулавливающими установками. Эти организации обладают широкими полномочиями по обеспечению соблюдения норм, направленных на охрану воздушного бассейна.

В ответ на это промышленность предприняла значительные усилия по расширению сети центров газоочистки на химических предприятиях и повышению эффективности их работы. В результате во многих городах и промышленных узлах произошло снижение или стабилизация вредных выбросов независимо от роста объемов и интенсивности промышленного производства.

На сегодняшний день химические предприятия представляют собой сложные производственные комплексы, включающие множество цехов и порой отдельные заводы, которые могут существенно загрязнять окружающий воздух. Полностью избежать этого при нынешнем уровне технологий невозможно. Поэтому в законодательстве Республики Казахстан предусмотрена система санитарной охраны атмосферы, направленная на поддержание чистоты воздуха на уровне, безопасном для здоровья людей. Наиболее действенным методом борьбы с выбросами пыли и вредных газов остаётся установка очистительных аппаратов на предприятиях.

Целью работы является создание алгоритма блок-схемы расчета конструктивных и технологических параметров первой ступени пылеулавливания – циклона и определение коэффициента очистки циклона.

Условия и методы исследований. Создание алгоритма блок-схемы расчета центробежного пылеуловителя (циклона) первой ступени очистки (рис. 1).

Проведен расчет конструктивных и технологических параметров циклона первой ступени пылеулавливания [3].

Основные размеры циклона, представленные на рисунке 2 [4], обычно определяются в зависимости от его диаметра D . Для широко используемых циклонов НИИОГАЗ (Научно-исследовательский институт промышленной и санитарной очистки газа) эти размеры (в долях диаметра D) указаны в таблице 1 [4].

Особенностью циклонов НИИОГАЗ является наклонный входной патрубок для газа. В промышленности широко применяются три типа таких циклонов:

- 1) с углом наклона 24° (ЦН-24), который отличается высокой производительностью и минимальным гидравлическим сопротивлением, предназначен для улавливания крупной пыли;
- 2) с углом наклона 15° (ЦН-15), обеспечивающий хорошую степень улавливания пыли при относительно низком сопротивлении;
- 3) с углом наклона 11° (ЦН-11), характеризующийся повышенной эффективностью и рекомендуемый как универсальный пылеуловитель.

Алгоритм блок-схемы расчета центробежного пылеуловителя (циклона) первой ступени очистки

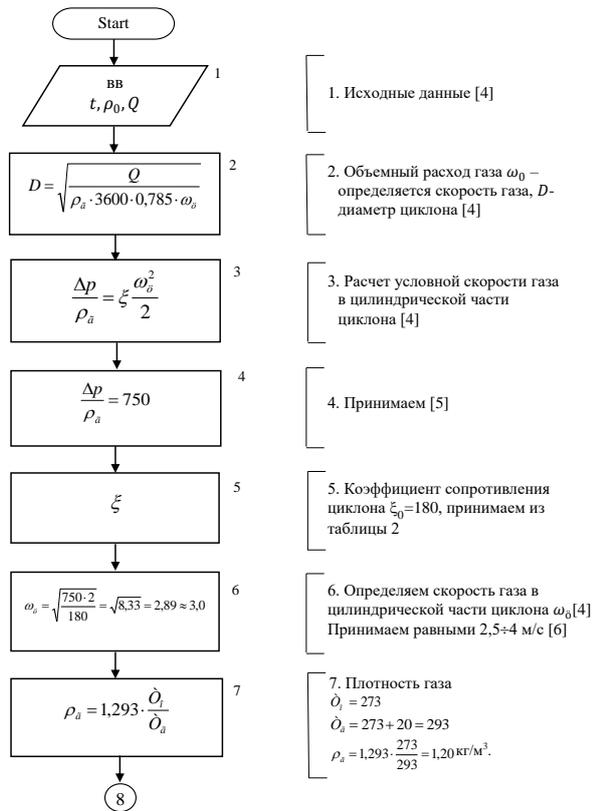


Рис. 1. Блок-схема расчета центробежного пылеуловителя (циклона) первой ступени очистки

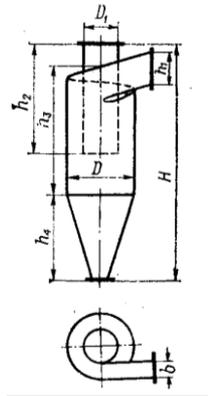


Рис. 2. Циклон НИИОГАЗ

Таблица 1

Характеристика циклонов

Характеристика циклона	Тип циклона		
	ЦН-24	ЦН-15	ЦН-11
1	2	3	4
Диаметр выходной трубы D_1	$0,6 D$	$0,6 D$	$0,6 D$
Ширина входного патрубка b	$0,26 D$	$0,26 D$	$0,26 D$

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
Высота входного патрубка h_1	1,11 D	0,66 D	0,48 D
Высота выходной трубы h_2	2,11 D	1,74 D	1,56 D
Высота цилиндрической части h_3	2,11 D	2,26 D	2,08 D
Высота конической части h_4	1,75 D	2,0 D	2,0 D
Общая высота циклона H	4,26 D	4,56 D	4,38 D
Коэффициент сопротивления ξ_0	60 D	160 D	0,6 D

Результаты исследований и их обсуждение. Проведем расчет конструктивных и технологических параметров первой ступени пылеулавливания. Определение коэффициента очистки циклона.

Исходные данные: Среда в аппарате – сухая, пыльная; производительность по запыленному газу $Q = 5500$ м³/ч; температура 20÷25°С; содержание пыли 1700 кг/м³ [3].

1. Выбираем циклон типа ЦН-11 [4].

2. Диаметр циклона D определяется по условной скорости газа $\omega_{\bar{v}}$, отнесенной к полному поперечному сечению цилиндрической части циклона [4]:

$$D = \sqrt{\frac{Q}{\rho_{\bar{a}} \cdot 3600 \cdot 0,785 \cdot \omega_{\bar{v}}}}, \quad (1)$$

где, Q – объемный расход газа, проходящего через циклон, м³/с.

3. Условную скорость газа в цилиндрической части циклона $\omega_{\bar{v}}$ определяем из уравнения [4]:

$$\frac{\Delta p}{\rho_{\bar{a}}} = \xi \frac{\omega_{\bar{v}}^2}{2}, \quad (2)$$

где, $\frac{\Delta p}{\rho_{\bar{a}}} = 550 - 750$ [5].

4. Принимаем $\frac{\Delta p}{\rho_{\bar{a}}} = 750$.

5. Коэффициент гидравлического сопротивления циклона ЦН-11 $\xi = 180$ принимаем из таблицы 2 [1].

6. Определяем скорость газа в цилиндрической части циклона $\omega_{\bar{v}}$ [4].

Значение скорости газа $\omega_{\bar{v}}$ принимаем равными 2,5÷4 м/с [6].

$$\omega_{\bar{v}} = \sqrt{\frac{750 \cdot 2}{180}} = \sqrt{8,33} = 2,89 \approx 3,0 \text{ м/с}$$

7. Плотность газа определяем по формуле [4]:

$$\rho_{\bar{a}} = 1,293 \cdot \frac{\dot{O}_i}{\dot{O}_{\bar{a}}}, \quad (3)$$

где: $\dot{O}_i = 273^\circ$ – температура по Кельвину (К); $\dot{O}_a = 273 + 20 = 293^\circ$ – температура газа по Кельвину (К).
отсюда:

$$\rho_a = 1,293 \cdot \frac{273}{293} = 1,20 \text{ кг/м}^3.$$

8. Определяем диаметр циклона из уравнения (1):

$$D = \sqrt{\frac{5500}{1,20 \cdot 3600 \cdot 0,785 \cdot 3,0}} = \sqrt{0,54} = 0,740 \text{ м} = 740 \text{ мм}$$

Принимаем диаметр циклона $D = 740$ мм согласно таблице 2 [1]

Таблица 2

Таблица коэффициентов очистки от диаметров циклонов

Тип циклона	Диаметр циклона										Коэфф. гидравлич. сопротивления
	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	
ЦН-11	95,1	93,0	92,0	89,2	88,0	86,8	85,0	84,0	83,2	82,0	180
ЦН-15	93,0	89,0	86,4	85,1	82,9	81,6	79,3	77,0	75,7	74,4	105
ЦН-15У	90,0	85,5	82,5	79,5	77,2	75,0	73,2	72,2	69,6	67,0	110
ЦН-24	87,5	82,5	78,4	74,2	70,8	67,4	65,0	-	-	-	60

9. Из таблицы 2 методом интерполяции определяем коэффициент очистки циклона

ЦН-11-740, который равен 84,6 %.

10. Гидравлическое сопротивление циклона ЦН-11-740 равно [4]:

$$\Delta p = \xi \cdot \frac{\rho_a \cdot \omega_a^2}{2}, \quad (4)$$

$$\Delta p = 180 \cdot \frac{1,20 \cdot 3,0^2}{2} = 972 \text{ Па, т.е. } 99,55 \text{ мм. вод. ст.}$$

Определяем конструктивные параметры циклона ЦН-11-740 (рис. 2) согласно таблице 1 и сводим в таблицу 3.

Таблица 3

Таблица конструктивных параметров циклона ЦН-11-740

Характеристика циклона	Тип циклона ЦН-11-740	Конструктивные параметры, мм
Диаметр выходной трубы D_1	0,6 D	444
Ширина входного патрубка b	0,26 D	192
Высота входного патрубка h_1	0,48 D	355
Высота выходной трубы h_2	1,56 D	1154
Высота цилиндрической части h_3	2,08 D	1540
Высота конической части h_4	2,0 D	1480
Общая высота циклона H	4,38 D	3241

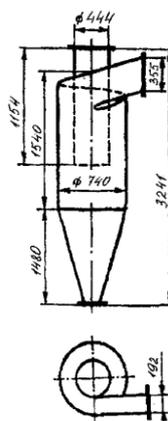


Рис. 2. Конструктивные параметры циклона ЦН-11-740

Заключение. Создан алгоритм блок-схемы расчета конструктивных и технологических параметров первой ступени пылеулавливания. В процессе расчета конструктивных и технологических параметров первой ступени пылеулавливания получен циклон типа ЦН-11-740. Определён коэффициент очистки циклона ЦН-11-740, который равен 84,6 %.

Список литературы

1. Горемыкин, В.А. Расчет и выбор пылеулавливающего оборудования [Текст] / В.А. Горемыкин, С.Ю. Панов, М.К. Аль-Кудух, А.М. Болдырев, Ю.В. Красовицкий, Ю.Н. Шаповалов. – Воронеж, 2000. – 327 с.
2. Красовский, Ю.В. Обеспыливание промышленных газов в фаянсовом производстве [Текст] / Ю.В. Красовский, А.В. Малинов, В.В. Дуров. – М.: Химия, 1994. – 265 с.
3. Постоянный технологический регламент производства триполифосфата натрия. Склад соды. Цех триполифосфата натрия. Склад триполифосфата натрия [Текст]. – Тараз, 2008. – 117 с.
4. Павлов, К.Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии [Текст] / К.Ф. Павлов, П.Г. Романков, А.А. Носков. – Л.: Химия, Ленинградское отделение, 1981. – 560 с.
5. Плановский, А.Н. Процессы и аппараты химической технологии [Текст] / А.Н. Плановский, В.М. Рамм, С.З. Каган. – М.: Химия, 1968. – 848 с.
6. Гордон, Г.М. Пылеулавливание и очистка газов. 2-е изд. [Текст] / Г.М. Гордон, И.Л. Пейсахов. – М.-Л.: Металлургия, 1968. – 499 с.

Материал поступил в редакцию 04.11.24.

А.М. Байтуреев¹, Ж.А. Ертаева², А.Т. Оңлабекова¹

¹М.Х. Дулати атындағы Тараз университеті, Тараз қ., Қазақстан

²«Білім», кәсіби гуминитарлық-техникалық колледжі ЖШС

«ҚАЗФОСФАТ» ЖШС «МИНЕРАЛДЫ ТЫҢАЙТҚЫШТАР» ТФ ТАЗАРТУДЫҢ БІРІНШІ САТЫСЫНЫҢ ЦИКЛОНЫН ЕСЕПТЕУ БЛОК-СХЕМАСЫНЫҢ АЛГОРИТМІ

Аңдатпа. Қоршаған ортаны зиянды шығарындылардан қорғау-біздің заманымыздың ең өзекті мәселелерінің бірі. Қазіргі заманғы химиялық кәсіпорындар-бұл әртүрлі цехтардан, кейде қоршаған аудандардағы ауаны айтарлықтай ластайтын жеке зауыттардан тұратын күрделі өндірістік кешендер. Шаң мен зиянды газдар шығарындыларын азайтудың ең тиімді жолы-газ тазарту жүйелерін әзірлеу және орнату.

Мақалада «Қазфосфат» ЖШС «Минералды тыңайтқыштар» ТФ-да белгіленген тазалаудың бірінші кезеңінің циклонының есебі келтірілген. Сода-ауа қоспасының шағын жинаудың бірінші сатысының құрылымдық және технологиялық параметрлерін есептеудің блок-схемасының алгоритмі жасалды. Шаң жинаудың бірінші сатысының конструктивті және технологиялық параметрлерін есептеу процесінде ЦН-11-740 типті циклон алынды. ЦН-11-740 типті циклонды тазарту коэффициенті анықталды, ол 84,6 % құрайды.

Тірек сөздер: алгоритм, блок-схема, циклон, диаметрі, газдың көлемдік шығыны, тазарту коэффициенті.

A.M. Baitureev¹, Zh.A. Yertaeva², A.T. Onlabekova¹

¹*M.Kh. Dulaty Taraz University, Taraz, Kazakhstan*

²*Professional Humanitarian and Technical College "Bilim", Taraz, Kazakhstan*

THE ALGORITHM OF THE FLOWCHART FOR CALCULATING THE CYCLONE OF THE FIRST STAGE OF PURIFICATION AT "KAZPHOSPHATE" LLP TF "MINERAL FERTILIZERS"

Abstract. Protecting the environment from harmful emissions is one of the most pressing problems of our time. Modern chemical enterprises are complex production complexes consisting of various workshops, and sometimes individual plants, which can significantly pollute the air in surrounding areas. The most effective way to reduce dust and harmful gas emissions is the development and installation of gas purification systems.

The article presents the calculation of the cyclone of the first stage of purification installed at Kazphosphate LLP TF Mineral Fertilizers. An algorithm for the flowchart calculation of the design and technological parameters of the first stage of dust extraction of a soda-air mixture has been created. In the process of calculating the design and technological parameters of the first stage of dust extraction, a cyclone of the TSN-11-740 type was obtained. The purification coefficient of a cyclone of the TSN-11-740 type was determined, which is equal to 84.6%.

Keywords: algorithm, flowchart, cyclone, diameter, volumetric gas flow rate, purification coefficient.

References

1. Goremykin, V.A., Panov, S.YU., Al'-Kudakh, M.K., Boldyrev, A.M., Krasovitskiy, YU.V., Shapovalov, YU.N. Raschet i vybor pyleulavliyayushchego oborudovaniya [Calculation and selection of dust collection equipment]. – Voronezh, 2000. – 327 p. [in Russian].
2. Krasovskiy, YU.V., Malinov, A.V., Durov, V.V. Obespylivaniye promyshlennykh gazov v fayansovom proizvodstve [Tekst]. – Moscow: Chemistry, 1994. – 265 p. [in Russian].
3. Postoyannyy tekhnologicheskyy reglament proizvodstva tripolifosfata natriya. Sklad sody. Tsekh tripolifosfata natriya. Sklad tripolifosfata natriya [Constant technological regulations for the production of sodium tripolyphosphate. Soda warehouse. Sodium tripolyphosphate workshop. Sodium tripolyphosphate warehouse]. – Taraz, 2008. – 117 p. [in Russian].
4. Pavlov, K.F., Romankov, P.G., Noskov, A.A. Primery i zadachi po kursu protsessov i apparatov khimicheskoy tekhnologii [Examples and tasks on the course of processes and apparatus of chemical technology]. – L.: Chemistry, Leningrad branch, 1981. – 560 p. [in Russian].
5. Planovskiy, A.N., Ramm, V.M., Kagan, S.Z. Protsessy i apparaty khimicheskoy tekhnologii [Processes and apparatus of chemical technology]. – Moscow: Chemistry, 1968. – 848 p. [in Russian].
6. Gordon, G.M., Peysakhov, I.L. Dust collection and gas purification. 2nd ed. [Tekst]. – M.-L.: Metallurgy, 1968. – 499 p. [in Russian].