

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ПОДАЧИ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩЕГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СРЕДСТВА ДЛЯ СВЕРЛИЛЬНОГО СТАНКА ИНЖЕНЕРНО-ФИЗИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Поступаева С.Г., Дуденков А.Ю., Яковлев А.А.

Волгоградский государственный технический университет, Волгоград

Ключевые слова: поисковое конструирование, инженерно-физический метод, модель физического принципа действия, конструктивная функция, смазочно-охлаждающее технологическое средство, сверлильный станок.

Аннотация. В статье показано применение инженерно-физического метода для разработки устройства подачи смазочно-охлаждающего технологического средства в зону резания сверлильного станка. Рассмотренные этапы конструирования технического решения позволяют связать модель физического принципа действия устройства с его последующей конструктивной реализацией на основе выделения элементарных конструктивных функций.

DEVELOPMENT OF A SUPPLY DEVICE FOR LUBRICATING AND COOLING TECHNOLOGICAL MEANS FOR A DRILLING MACHINE BY AN ENGINEERING AND PHYSICAL METHOD

Postupaeva S.G., Dudenkov A.Yu., Yakovlev A.A.

Volgograd State Technical University, Volgograd

Keywords: search design, engineering-physical method, model of the physical principle of action, constructive function, lubricating and cooling technological means, drilling machine.

Abstract. The article shows the application of an engineering and physical method for the development of a device for supplying a lubricating and cooling technological agent to the cutting zone of a drilling machine. The considered stages of designing a technical solution make it possible to link a model of the physical principle of operation of the device with its subsequent constructive implementation based on the allocation of elementary constructive functions.

Одной из характерных черт научно-технического прогресса в создании новых технических систем в промышленности является опережение уровня сложности разрабатываемых объектов по сравнению с методами и технологиями их проектирования. Существенно эта проблема проявляется на первоначальных этапах разработки – составление технического предложения и создание эскизного проекта.

Для сокращения сроков конструкторских разработок и увеличения производительности труда конструктора предлагается инженерно-физический метод поискового конструирования [1].

В данной статье рассматривается процесс разработки устройства для подачи двухкомпонентного смазочно-охлаждающего технологического средства (СОТС) в зону резания вертикально-сверлильного станка инженерно-физическим методом с целью повышения стойкости инструмента при сверлении деталей. Предлагаемый метод представляет собой эффективный инструмент, позволяющий моделировать сложные физические процессы, происходящие в системе охлаждения зоны резания, с учетом передвижения рабочего тела между

элементами системы, последовательности и длительности этих взаимодействий при работе устройства.

На первом этапе проектирования определяются основные функциональные модули технической системы для последующего ее проектирования (рис. 1).

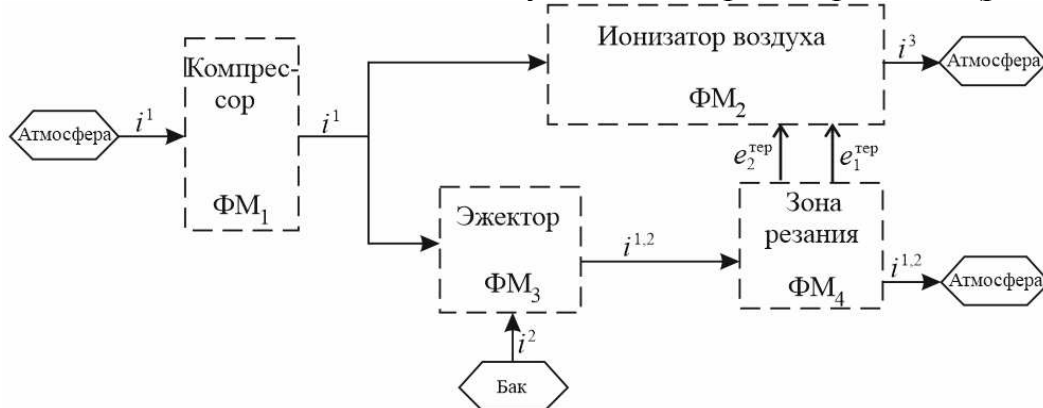


Рис. 1. Структурная схема устройства подачи СОТС в зону резания сверлильного станка: i^1 – поток воздуха; $i^{1,2}$ – поток распыленной в воздухе жидкости; i^2 – поток жидкости; i^3 – поток ионизированного воздуха; $e_1^{тер}$ – охлаждение детали; $e_2^{тер}$ – охлаждение инструмента

Далее согласно полученной структуре технической системы осуществляется разработка ее модели физического принципа действия (рис. 2), теоретическое обоснование, и способ построения которой дано в работе [2]. Описание всех элементов модели представлено в таблице 1.

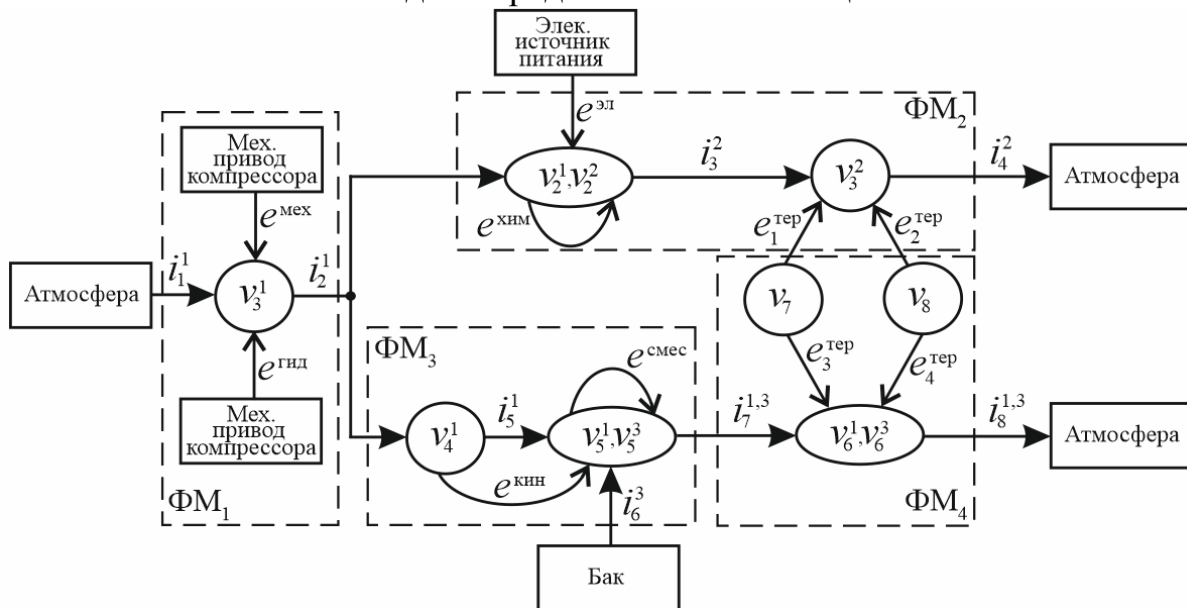


Рис. 2. Модель физического принципа действия для устройства подачи СОТС в зону резания сверлильного станка

Следующим этапом проектирования устройства подачи СОТС выступает выявление элементарных функций системы. Подробное теоретическое обоснование и описание элементарных конструктивных функций дано в работе [3]. Путем анализа элементов графа модели устройства (рис. 2) определяют состав элементарных функций, часть которых приведена в таблице 2.

Табл. 1. Описание элементов модели ФПД

Обозначение элемента	Тип вершины или дуги	Семантическое описание
<i>Функциональный модуль ΦM_1</i>		
v_1^1	Характерная точка	Воздух в рабочей камере компрессора
i_1^1	Маршрутная дуга	Поток воздуха из атмосферы в камеру компрессора
i_2^1	То же	Поток воздуха из камеры компрессора
$e^{\text{мех}}$	Взаимодействие	Процесс сжатия воздуха
$e^{\text{гид}}$	То же	Процесс нагнетания воздуха
<i>Функциональный модуль ΦM_2</i>		
v_2^1, v_2^2	Характерная точка	Воздух в неионизированном и ионизированном состоянии в ионизаторе
v_3^2	То же	Ионизированный воздух в зоне резания
i_3^2	Маршрутная дуга	Поток ионизированного воздуха в зону резания через винтовые канавки сверла
i_4^2	То же	Поток ионизированного воздуха в атмосферу
$e^{\text{хим}}$	Взаимодействие	Процесс ионизации воздуха
$e^{\text{эл}}$	То же	Электрический разряд
$e_1^{\text{тер}}$	—//—	Процесс охлаждения детали
$e_2^{\text{тер}}$	—//—	Процесс охлаждения сверла
<i>Функциональный модуль ΦM_3</i>		
v_4^1	Характерная точка	Воздух в сопле эжектора
v_5^1, v_5^3	То же	Распыленная в воздухе жидкость в смесительной камере эжектора
i_5^1	Маршрутная дуга	Поток воздуха в смесительную камеру эжектора
i_6^3	То же	Поток жидкости в смесительную камеру эжектора
$i_7^{1,3}$	—//—	Поток распыленной в воздухе жидкости на поверхность сверла и детали
$e^{\text{кин}}$	Взаимодействие	Процесс передачи кинетической энергии воздуха подсасываемой жидкости
$e^{\text{смес}}$	То же	Перемешивания воздуха и жидкости (образование распыленной жидкости)
<i>Функциональный модуль ΦM_4</i>		
v_6^1, v_6^3	Характерная точка	Распыленная в воздухе жидкость на поверхности детали и сверла
v_7	—//—	Деталь
v_8	—//—	Сверло
$i_8^{1,3}$	Маршрутная дуга	Поток распыленной в воздухе жидкости в атмосферу
$e_3^{\text{тер}}$	Взаимодействие	Процесс охлаждения детали
$e_4^{\text{тер}}$	То же	Процесс охлаждения сверла

После выявления всех элементарных функций определяется состав конструктивных элементов устройства на основе предварительного группирования найденных функций.

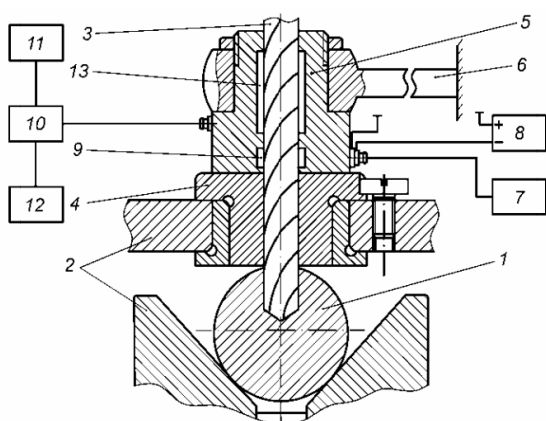
Далее подбираются источники информации, в которых описаны конструкции подобранных элементов. В качестве источников информации могут выступать научно-техническая литература, патентный фонд, специализированные базы данных и другие источники информации.

В результате поиска и анализа альтернативных вариантов конструктивных элементов, позволяющих реализовать выявленные функции, было

сконструировано и запатентовано устройство для подачи СОТС в зону резания сверлильного станка, наглядное представление которого показано на рисунке 3 [4].

Табл. 2. Описание элементарных конструктивных функций

Элемент	Функция	Семантическое описание функции
v_1^1	$f_3(e^{\text{мех}})$	Обеспечение возможности сжатия воздуха
v_1^1	$f_3(e^{\text{гид}})$	Обеспечение возможности перемещения сжатого воздуха
v_2^1, v_2^2	$f_3(e^{\text{эл}})$	Обеспечение возможности формирования коронного разряда
v_2^1, v_2^2	$f_3(e^{\text{хим}})$	Обеспечение возможности ионизации воздуха
v_3^2, v_7	$f_3(e_1^{\text{тер}})$	Обеспечение возможности отвода теплоты от детали
v_3^2, v_8	$f_3(e_2^{\text{тер}})$	Обеспечение возможности отвода теплоты от сверла
$v_4^1, (v_5^1, v_5^3)$	$f_3(e^{\text{кин}})$	Обеспечение возможности передачи кинетической энергии воздуха подсасываемой жидкости
v_5^1, v_5^3	$f_3(e^{\text{смес}})$	Обеспечение возможности перемешивания воздуха с жидкостью (образования распыленной жидкости)
i_3^2	$f_5(i_3^2)$	Возможность подвода ионизированного воздуха в зону резания направленным потоком
i_4^2	$f_5(i_4^2)$	Возможность отвода ионизированного воздуха в атмосферу
$i_7^{1,3}$	$f_5(i_7^{1,3})$	Возможность подвода распыленной жидкости на поверхность детали и сверла
$i_8^{1,3}$	$f_5(i_8^{1,3})$	Возможность отвода распыленной жидкости в атмосферу
i_1^1	$f_5(i_1^1)$	Возможность подвода воздуха в рабочую камеру компрессора
i_2^1	$1f_5(i_2^1)$	Возможность подвода воздуха в сопло эжектора
i_2^1	$2f_5(i_2^1)$	Возможность подвода воздуха в ионизатор
v_2^1, v_2^2	$f_4(e_{01}^{\text{эл}})$	Изоляция электрического заряда в ионизаторе от возникновения искрового разряда
v_2^1, v_2^2	$f_4(e_{02}^{\text{эл}})$	Изоляция электрического заряда в ионизаторе от возникновения дугового разряда
v_2^1, v_2^2	$f_4(e_{03}^{\text{эл}})$	Изоляция электрического заряда в ионизаторе от станочного приспособления
v_2^1, v_2^2	$f_4(e_{02}^{\text{гид}})$	Защита ионизатора от утечки ионизированного воздуха
v_4^1	$f_4(e_{03}^{\text{гид}})$	Защита сопла эжектора от утечки воздуха
v_5^1, v_5^3	$f_4(e_{04}^{\text{гид}})$	Защита смесительной камеры эжектора от утечки распыленной жидкости
i_3^2	$f_6(e_{05}^{\text{гид}})$	Защита проводящего канала от утечки ионизированного воздуха
$i_7^{1,3}$	$f_6(e_{06}^{\text{гид}})$	Защита трубопровода от утечки распыленной жидкости



- 1 – обрабатываемая деталь;
 2 – приспособление; 3 – сверло;
 4 – кондукторная втулка; 5 – корпус;
 6 – кронштейн; 7 – источник сжатого воздуха;
 8 – источник электропитания;
 9, 13 – кольцевые камеры; 10 – эжектор;
 11 – источник подачи сжатого воздуха;
 12 – источник подачи жидкой среды

Рис. 3. Устройство для подачи СОТС в зону резания сверлильного станка

Такое конструктивное решение позволяет осуществлять непрерывную ионизацию потока воздуха внутри корпуса устройства и обеспечивать его подвод по замкнутому каналу в зону резания, не допуская его рассеивания в окружающей среде. Это улучшает условия для попадания СОТС в зону резания и, особенно, при сверлении глубоких отверстий. Как следствие, повышается стойкость инструмента за счет лучшей смазки в зоне его контакта с поверхностью детали.

Список литературы

1. Яковлев А.А. Инженерно-физический метод синтеза концептуальных технических решений преобразователей энергии: монография. – Волгоград: Волгоград.гос. техн. ун-т, 2004. – 160 с.
2. Яковлев А.А., Поступаева С.Г. Разработка автоматизированного устройства охлаждения зоны резания фрезерного станка. Построение модели физического принципа действия устройства // Известия ВолгГТУ. Сер. Прогрессивные технологии в машиностроении. – 2022. – №1(260). – С. 83-87.
3. Поступаева С.Г., Федорова Н.В. Разработка автоматизированного устройства охлаждения зоны резания фрезерного станка. Выявление элементарных функций устройства // Известия Волгоградского государственного технического университета. – 2022. – №3(262). – С. 69-73.
4. Патент №152129 РФ. Устройство для подачи смазочно-охлаждающего технологического средства / А.А. Яковлев, В.Г. Барабанов, С.Н. Мишустина, В.С. Сорокин. – Заявка №2014145532 от 12.11.2014; опубл. 10.05.2015, Бюл. №13.

Сведения об авторах:

Поступаева Светлана Геннадиевна – старший преподаватель;

Дуденков Антон Юрьевич – магистрант;

Яковлев Алексей Андреевич – д.т.н., профессор.