

УДК 621.787.4

АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ГИДРОДРОБЕСТРУЙНОЙ УСТАНОВКОЙ

С.С. Фадеев, П.Г. Мазеин

Рассмотрен вариант автоматизации управления гидродробеструйной установкой, представлена блок-схема и электросхема её приводов, обеспечивающих обработку заготовок, рассмотрены возможности наладки установки.

Ключевые слова: установка для ГДУ, компоновка, приводы, датчики, электросхема.

Одним из методов упрочнения деталей машин является поверхностное пластическое деформирование [1–3]. Гидродробеструйное упрочнение (ГДУ) предназначено для упрочнения деталей различной конфигурации.

Для автоматизации управления установки для ГДУ (рис. 1, 2) [3] необходимо разработать её электросхему. Объектами управления установки являются: привод гидронасоса, приводы вращения и перемещения заготовки, привод отсоса масляного тумана из установки, датчик закрытия крышки установки, датчики ограничения перемещения заготовки.

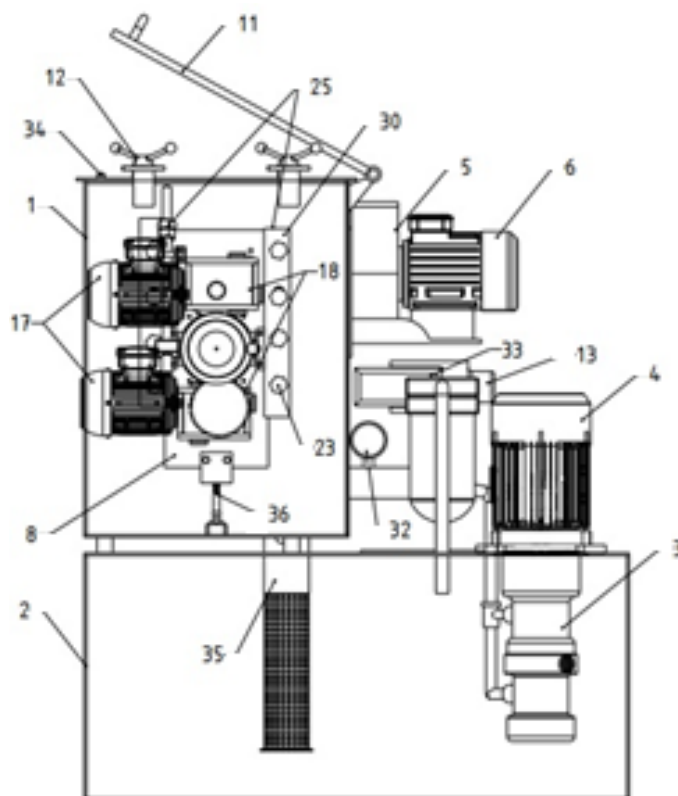


Рис. 1. Общий вид установки

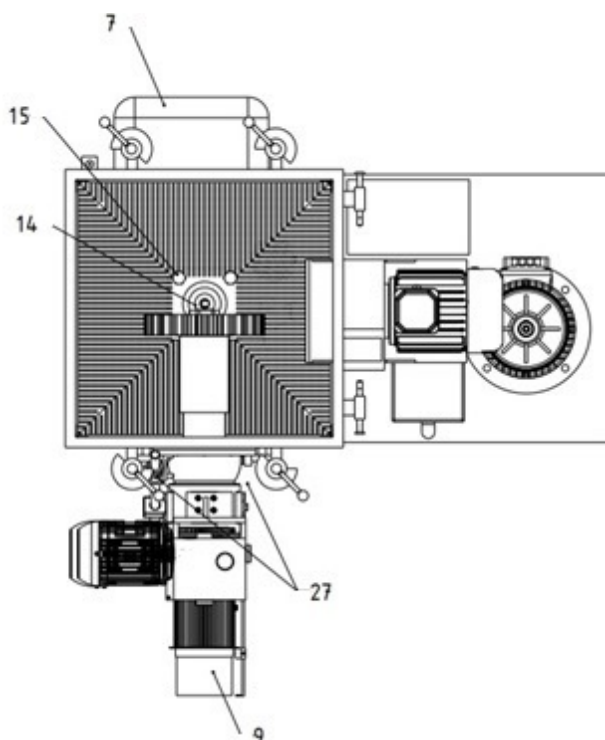


Рис. 2. Вид установки сверху

Установка содержит камеру 1 для упрочнения, масляный бак 2 с насосом 3, двигатель 4, центробежный вентилятор 5 с двигателем 6 для отсоса из камеры очищенного масляного тумана и нагретого пара, блок управления 7, раму 8 для установки и удержания шпинделя 9 после поворота в вертикальной плоскости, шпиндель 9 для установки и закрепления упрочняемого изделия 10 и сообщения ему вращения и линейного перемещения. Камера закрывается крышкой 11, которая крепится винтовыми зажимами 12. При закрытии крышки концевой выключатель 34 разблокирует цепи всех приводов. Масло от насоса 3, через фильтр 13 и редукционный клапан 33 нагнетается в сопло-эжектор 14. Узел с соплом крепится винтами 15. Подшипниковые шарики для упрочнения находятся в нижней части камеры. Боковые стенки дна камеры имеют прорези для стекания масла в бак, через фильтр 35. Сопла меняются в зависимости от размера применяемых шариков. На шпинделе 9 крепится приспособление 16 для крепления изделия 10. Вращение шпинделя обеспечивается от электродвигателя 17 через редуктор 18, выходная шестерня которого передает вращение зубчатому колесу 19, запрессованному на шпиндель 9. Линейное перемещение шпинделя 9 обеспечивается от аналогичного электродвигателя через аналогичный редуктор, выходная шестерня которого передает вращение на шестерню-гайку 20, которая при вращении шестерни-гайки 20 перемещается по винтовой нарезке 21 шпинделя 9. На шпинделе 9 имеется сфера 22, входящая в отверстие рамы 8, рама 8 крепится к корпусу камеры 1 планками 30 и винтами 23. Сфера шпинделя 9 удерживается входящим в отверстия 24

штырями рамы 8. Во время наладки при завинчивании гаек 25 на тягах 26, входящих в проушины 27 рамы 8, шпиндель 9 поворачивается в вертикальной плоскости. Для изменения вертикального положения (расстояния шпинделя 9 от сопла) относительно основания камеры, используется винт 36. Диск 28 переключает конечные выключатели 29, которые перемещаясь с линейкой 31, реверсируют перемещение шпинделя 9, переключая привод перемещения. Переключатели 29 при наладке устанавливаются в нужное положение. Давление в гидросистеме измеряется манометром 32. Принцип работы гидродробеструйной установки заключается в следующем: при наладке производится наполнение трансформаторным маслом бака 2, крепление изделия 10 на приспособлении 16 шпинделя 9, установка конечных выключателей 29 на линейке 31, установка шпинделя 9 на нужный угол в вертикальной плоскости, а также установка на нужном расстоянии от сопла. В камеру засыпаются шарики нужного по техпроцессу размера, закрывается крышка 11. Затем включаются привод вращения изделия и привод насоса, при необходимости включается привод линейного перемещения изделия. Редукционным клапаном устанавливается необходимое по техпроцессу давление. Расход шариков зависит от установленного сменного сопла, типоразмер сопла определяется, кроме того, размером применяемых шариков. Размер шариков определяется техпроцессом. После заданного времени обработки приводы перемещений и насоса выключаются, включается привод центробежного вентилятора. Через 5 минут можно открывать крышку камеры и устанавливать новое изделие. Двигатели приводов вращения и перемещения шпинделя могут быть установлены регулируемые, это расширит возможности назначения режимов обработки. На линейку 31 могут быть установлены при необходимости кроме конечных выключателей величины линейного перемещения конечные выключатели угла поворота шпинделя, для их переключения на диск 28 необходимо установить упор. На рис. 1 показан общий вид установки, на рис. 2 – вид на установку сверху при снятой крышке, на рис. 3 представлен разрез шпинделя установки.

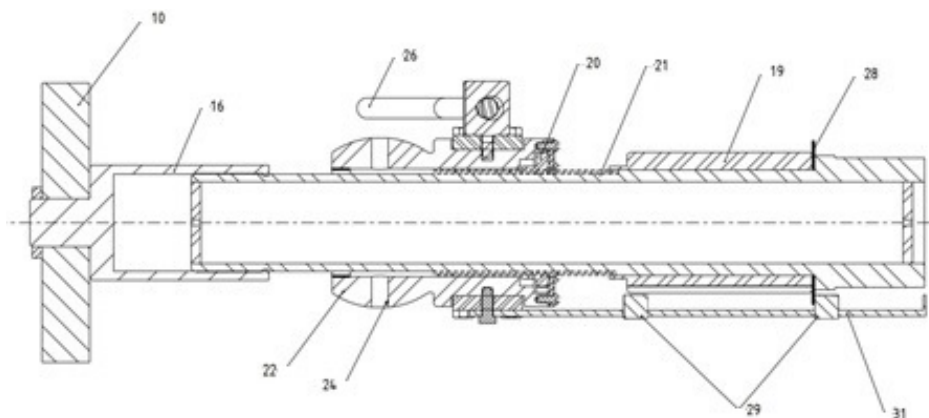
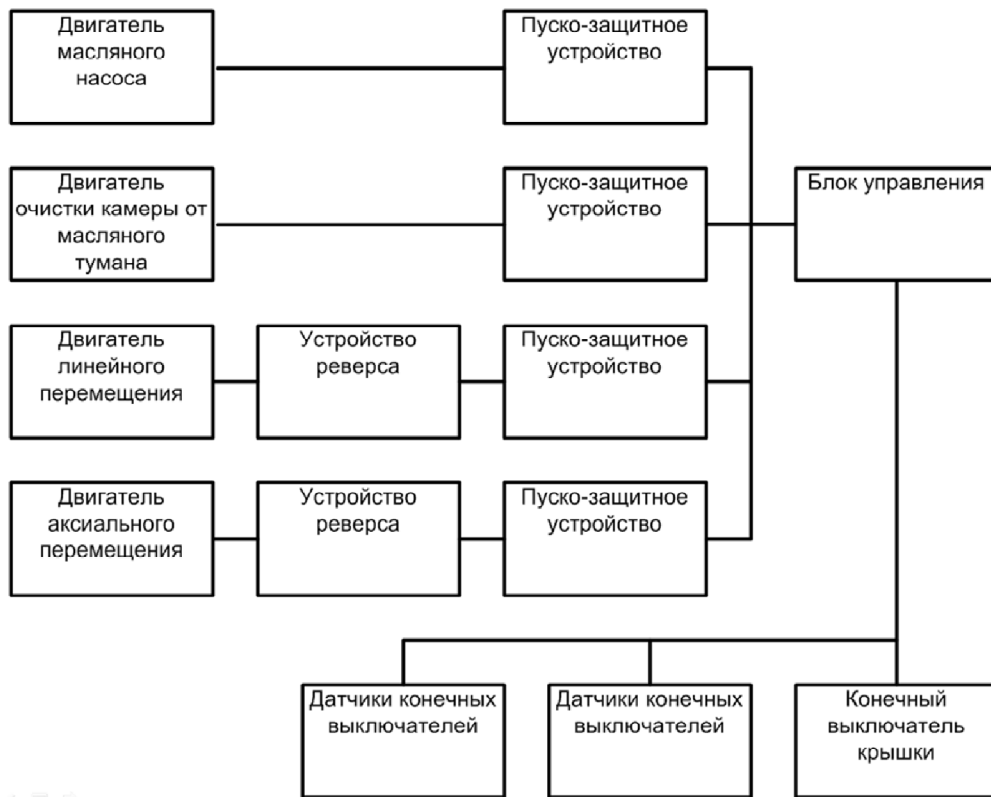


Рис. 3. Разрез шпинделя установки

С целью реализации работы установки была создана блок схема системы управления установкой, представленная на рис. 4.



В данной блок схеме сигналы подаваемые оператором посредством блока управления передаются на пускозащитные устройства, которые запускают двигатель масляного насоса и двигатели линейного перемещения и аксиального перемещения. После выполнения обработки срабатывают датчики конечных выключателей. Они останавливают двигатели линейного перемещения и аксиального перемещения, а также двигатель масляного насоса путём размыкания электрической цепи. После этого оператору посредством блока управления необходимо подать соответствующий сигнал на пускозащитное устройство двигателя очистки камеры от масляного тумана для запуска последнего и, по прошествии определённого времени, подать соответствующий сигнал для его остановки. Далее оператор может открыть крышку для смены заготовки или детали. При этом включается в работу конечный выключатель крышки, который в целях безопасности эксплуатации установки отключает питание двигателей посредством размыкания электрической цепи. На рис. 5 представлена электрическая схема данной неавтоматизированной системы управления для гидродробеструйной установки.

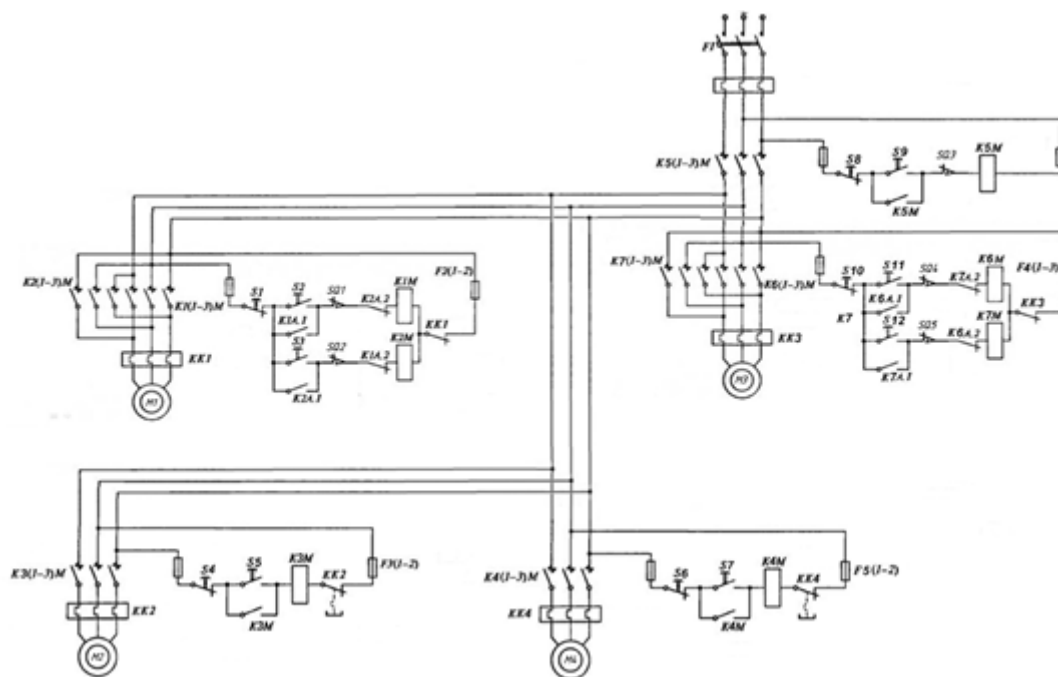


Рис. 5. Система управления для гидродробеструйной установки.
Схема электрическая принципиальная

Электрическая схема установки построена по блочному принципу, где каждый блок обеспечивает включение/отключение, тепловую и токовую защиту, а также реверс электродвигателей установки. На схеме (см. рис. 3) представлены блоки управления всех четырёх электрических приводов установки. Мотор М1 осуществляет привод линейного перемещения шпинделя, поэтому в схеме предусмотрен его реверс для возврата в исходное состояние. Мотор М2 осуществляет привод аксиального перемещения шпинделя, поэтому в схеме предусмотрен его реверс для возврата в исходное состояние. Мотор М3 осуществляет привод масляного насоса, поэтому в схеме его реверс не предусмотрен, как и у мотора М4, который осуществляет привод насоса по очистке камеры от масляного тумана. Все моторы, используемые в установке, являются асинхронными трёхфазными электродвигателями переменного тока, что позволяет применять контакторное управление с прямым пуском. Также на схеме изображены элементы управления: конечные выключатели SQ1, SQ2, отвечающие за продольное перемещение шпинделя, и SQ4, SQ5, кнопка включения установки S9, и кнопка отключения установки S8, выключатель F1, позволяющий отключать установку от сети и проводить регламентные, настроечные и ремонтные работы. Схемой предусмотрен защитный выключатель SQ3, обеспечивающий работу установки только при закрытой крышке и отключение всех электроприводов при её несанкционированном открытии.

Для включения моторов М1-М4 в схеме применены контакторы К1М, К3М, К4М, К6М, а для реверса моторов М1 и М3 используются контакторы К2М, К7М. Контактор К5 используется для общего включения и от-

ключения, как в штатном, так и в нештатном режимах. Каждый блок содержит элементы тепловой (КК1, КК2, КК3, КК4) и токовой (F4(1-3)) защиты, которые обеспечивают селективность защиты как каждого двигателя, так и установки в целом.

Для создания данной электросхемы необходимо наличие определённых компонентов, которые приведены в таблице.

Таблица

Элементы электросхемы

Обозначение на схеме	Наименование элемента	Тип/Марка	Характеристики
S1-S12	Кнопки	NG-22	6А, 400В, 50Гц
SQ1-SQ5	Концевые выключатели	KZ-8111	Кнопка нажимная, 500 В, 50Гц, OF =
K1M- K7M	Контакторы	ПМЛ-1220	3 ф., 220/380В, 50Гц, 10А
F1	Автоматический выключатель	ВА47-100	3 ф., 220/380В, 50Гц, 25А
M1, M2	Двигатель	АОЛ-11/2	3 ф., 220/380В, 50Гц, 0,8кВт
M3	Двигатель	АО-41-6 У2	3 ф., 220/380В, 50Гц, 1,0кВт
M4	Двигатель	ДТ-75	3 ф., 220/380В, 50Гц, 75Вт

Система управления зависит от алгоритма работы установки.

Для функционирования установки был разработан алгоритм, который представляет следующую последовательность работы приводов: наладочные работы по установке заготовке на шпинделе, установка шпинделя на нужный угол в вертикальной плоскости, установка положения датчиков перемещения заготовки, закрытие крышки камеры, включения привода гидронасоса, работа установки по упрочнению заготовки в течение заданного времени, выключение перемещения и вращения заготовки, выключение привода насоса, включение привода отсоса, открытие крышки камеры, смена заготовки. Алгоритм работы системы управления представлен на рис. 6.

Выбор оператором программы позволяет использовать данную установку для упрочнения различных типов деталей. После этого, посредством опроса соответствующих датчиков проверяются условия запуска установки: уровень масла, отсутствие или наличие масляного тумана, открыта или закрыта крышка, положение шпинделя. При несоответствии условиям о возникшей проблеме сообщается оператору.

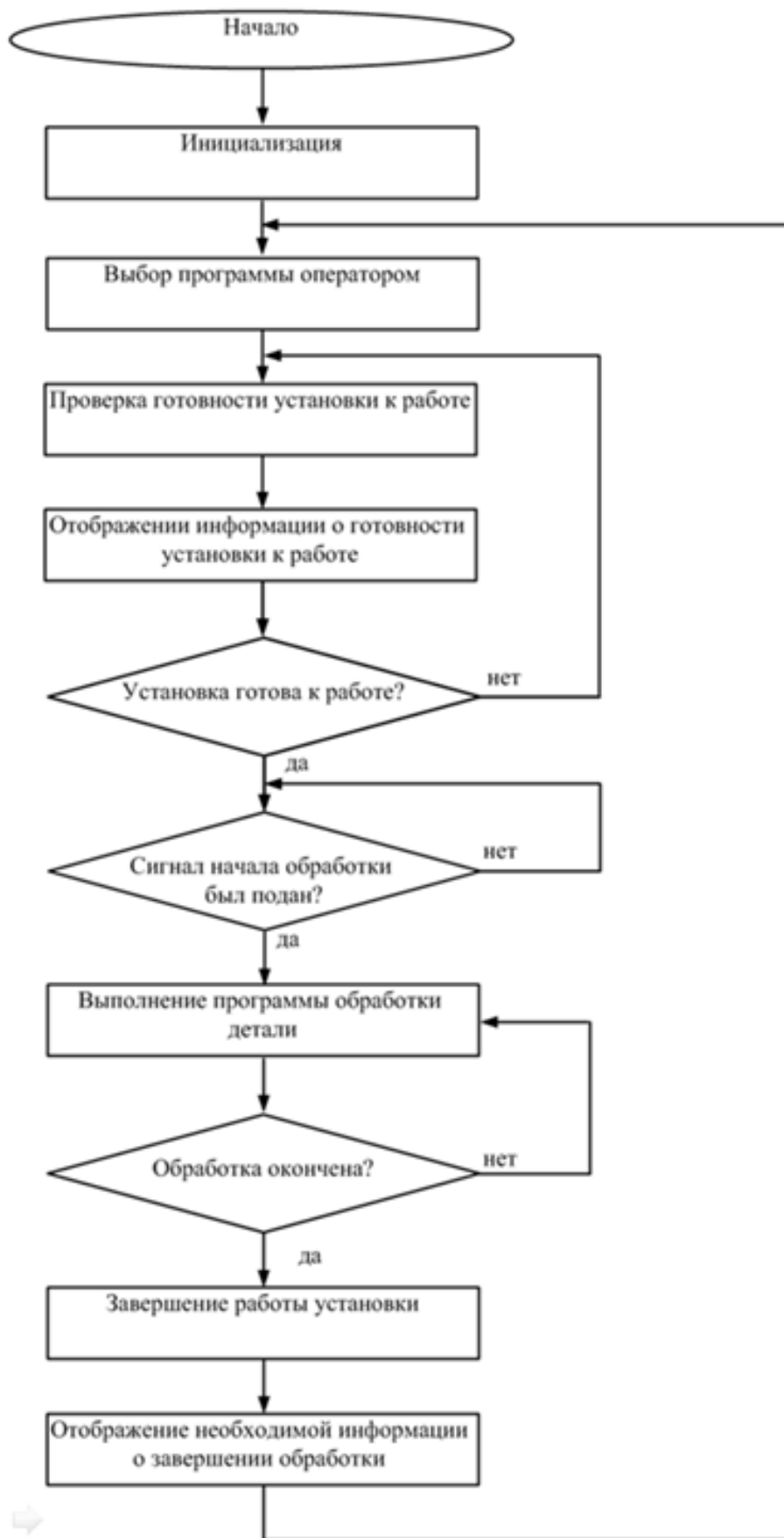


Рис. 6. Алгоритм системы управления

После того, как установка готова к работе, оператор соответствующей кнопкой запускает выполнение программы обработки. Микроконтроллер подаёт управляющие сигналы на двигатели вращения и линейного перемещения изделия, которые начинают перемещать деталь внутри установки. Далее микроконтроллер подаёт управляющие сигналы на двигатель масляного насоса, посредством которого начинается подача шариков в рабочую область и, соответственно, обработка детали. При завершении процесса обработки посредством подачи соответствующих управляющих сигналов сначала выключается двигатель масляного насоса, включается двигатель центробежного вентилятора для отсоса из камеры очищенного масляного тумана и нагретого пара, а двигатели вращения и линейного перемещения изделия возвращаются в исходное положение. Об окончании обработки и возможности замены детали оператор проинформирует соответствующий светодиод. Данный алгоритм схемы управления может с успехом применяться в дробеструйных и дробемётных установках, предназначенных как для упрочнения, так и для очистки поверхности деталей. В данной блок-схеме в отличие от предыдущей оператор выбирает программу обработки для соответствующей детали, на основании которой блок управления самостоятельно формирует и передаёт необходимые сигналы на пуско-защитные устройства, которые запускают двигатель масляного насоса и двигатели линейного перемещения и вращения шпинделя с заготовкой. Регулятор скорости вращения и регуляторы скорости и направления вращения позволяют регулировать скорость вращения двигателя масляного насоса, скорость и направление вращения двигателей линейного перемещения и аксиального перемещения шпинделя посредством подачи на регуляторы управляющих сигналов с микроконтроллера. Датчики линейного и углового положения шпинделей передают сигналы о перемещениях шпинделя, на основании которых микроконтроллер отслеживает выполнение обработки детали и при её окончании подаёт сигналы остановки двигателей насоса, меняет направления вращения двигателей перемещений шпинделя на противоположное и запускает двигатель очистки камеры от масляного тумана. При достижении шпинделем исходного положения двигатели линейного перемещения и аксиального перемещения шпинделя останавливаются. После пяти минут работы двигателя очистки камеры от масляного тумана с датчика масляного тумана считывается сигнал о наличии или отсутствии тумана. При его наличии пятиминутная очистка повторяется, а при его отсутствии данный двигатель останавливается. Далее оператор может открыть крышку для смены заготовки или детали. При этом включается в работу конечный выключатель крышки, который в целях безопасности эксплуатации установки отключает питание двигателей посредством размыкания электрической цепи. Также в целях безопасного использования и предотвращения нештатных ситуаций введён датчик

уровня масла, который проверяет наличие достаточного объёма масла в установке и передаёт сигнал на микроконтроллер. При обнаружении его нехватки блок управления оповестит об этом оператора.

Библиографический список

1. Одинцов, Л.Г. Упрочнение и отделка деталей поверхностным пластическим деформированием: справочник / Л.Г. Одинцов. – М.: Машиностроение, 1987. – 328 с.
2. Отделочно-упрочняющие технологии обработки лопаток моноколёс современных газотурбинных двигателей / А.Я. Качан, А.В. Богуслаев, Д.В. Павленко, С.В. Мозговой // Вестник Двигателестроения № 1/2010. Национальный технический университет ОАО «Мотор Сич». – Запорожье, 2001. – С. 81–90.
3. Патент №186267 РФ. На полезную модель Установка для ГДУ / П.Г. Мазеин, В.С. Столяров, Д.В. Беликов. 04.04.2018.

[К содержанию](#)