

ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ И СИСТЕМЫ

УДК 622.532:004.4

А. Е. Медведев

МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ КОМПРЕССОРНОГО АГРЕГАТА

При использовании компрессорного агрегата (КА) в составе шахтной компрессорной станции предлагаемая система автоматизации КА является важнейшим элементом нижнего уровня управления станцией. На рис. 1 представлена система автоматизации компрессорного агрегата, управляющим элементом которой является микропроцессорный программируемый логический контроллер (ПЛК). На схеме приняты следующие обозначения:

К – поршневой компрессор с электродвигателем М;

ХМ, ХВ – холодильники, соответственно, масла и сжатого воздуха;

МН – пусковой маслонасос;

ФВ – фильтр воздуха на входе в компрессор;

В – воздухосборник;

ЗОВ, ЗВ – задвижки, соответственно, охлаждающей воды и сжатого воздуха;

РК, ОК – электромагнитный разгрузочный клапан и обратный клапан пуско-разгрузочного механизма компрессора;

КП – электромагнитный клапан продувки конденсата из воздухосборника;

ПОВ, ПВ – реверсивные пускатели, управ-

ляющие электродвигателями задвижек ЗОВ, ЗВ;

ПМН – нереверсивный пускатель электродвигателя маслонасоса;

СУЭД – система автоматического управления электродвигателем компрессора, обеспечивающая его пуск/останов и регулирование частоты вращения. Состав элементов СУЭД определяется видом электропривода компрессора;

ПЛК – программируемый логический контроллер (управляющее устройство компрессорного агрегата);

КУ – кнопки ПУСК/СТОП для формирования оператором команд на включение/отключение компрессорного агрегата при местном управлении (например, при отказе управляющего компьютера, наладке и т.п.)

L_{ob} , L_b – перемещение задвижек ЗОВ и ЗВ, контролируемые концевыми выключателями;

L – уровень воды в рабочей зоне холодильника ХВ;

P_{ob} , Q_{ob} – давление и расход охлаждающей воды;

ΔP_{ϕ} – перепад давления на фильтре ФВ;

T_{nk} , T_m , $T_{\phi 1}$, $T_{\phi 2}$, T_d – температура, соответственно, подшипников компрессора, масла, сжатого

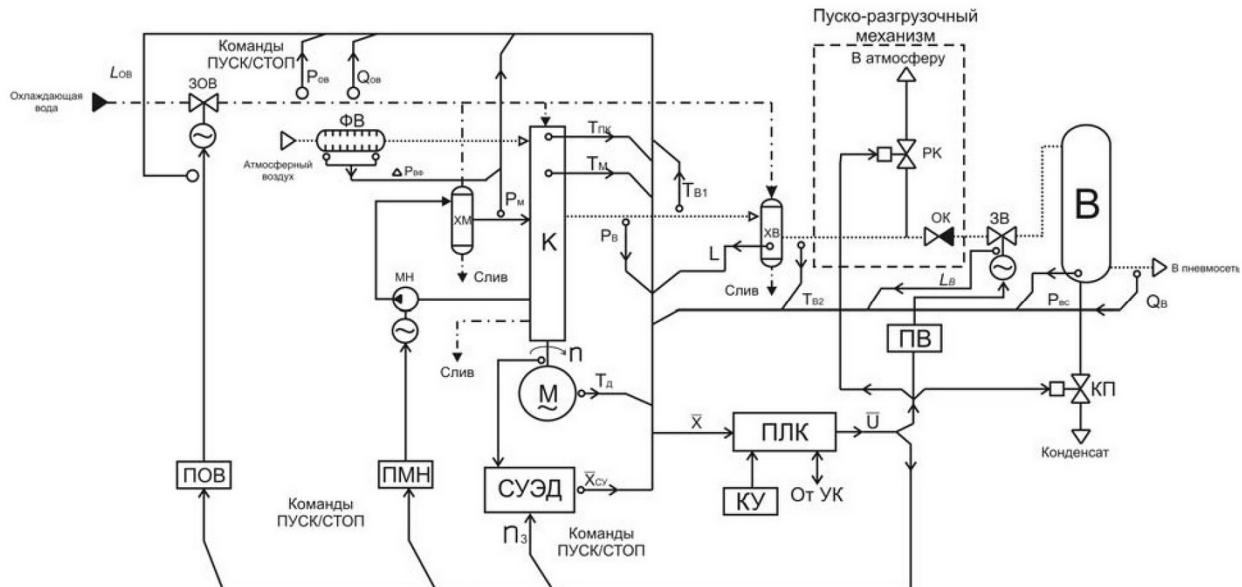


Рис. 1. Система автоматизации компрессорного агрегата: —→ - водовод; ····► - воздуховод;
 ○ - датчик; Θ - электродвигательный привод; □ - электромагнитный привод
 □ - электромагнитный привод

воздуха, на входе и выходе холодильника ХВ, статора электродвигателя М;

P_{ϕ} , P_{ac} – давление сжатого воздуха на выходе компрессора и в воздухосборнике;

Q_e – расход сжатого воздуха в пневмосети;

n – частота вращения электродвигателя компрессора;

\bar{X} – вектор контролируемых параметров и состояния компрессорного агрегата, подаваемых на входы ПЛК от соответствующих датчиков;

\bar{U} – вектор управляющих воздействий на рабочий и исполнительные приводы КА, формируемых ПЛК в соответствии с алгоритмом управления;

\bar{X}_{CY} – вектор контролируемых параметров и состояний системы СУЭД, формируемый датчиками электропривода компрессора.

Алгоритм управления компрессорным агрегатом представлен на рис. 2. Параметрами настройки алгоритма управления являются:

t_{m3} – допустимое время на запуск системы смазки компрессора;

P_{m3} – заданное давление масла в системе смазки;

t_{o63} – допустимое время на открывание задвижки охлаждающей воды;

t_{n3} – допустимое время пуска двигателя компрессора после его включения;

L_{o63} , L_{e3} – заданные положения задвижек ЗОВ и ЗВ (значение полного хода задвижек);

N_3 – заданная частота вращения вала двигателя компрессора (устанавливается либо оператором либо управляющим компьютером в зависимости от требуемой производительности компрессора);

t_{np3} – заданное время на прогрев компрессора при работе без нагрузки;

t_{zaz} – заданное время на закрывание разгрузочного клапана (время плавной загрузки компрессора);

P_{e3} – заданное давление сжатого воздуха на выходе компрессора;

t_{zv3} – допустимое время на открывание задвижки воздуха;

P_3 – заданное давление воздуха в воздухосборнике в рабочем режиме;

P_{aca} – предаварийное значение давления воздуха в воздухосборнике;

T_{ia} – предаварийное значение температуры подшипников компрессора (T_{ika}) и масла в картере (T_{ma}), температуры сжатого воздуха на входе (T_{bla}) и выходе (T_{bla}) компрессора, температура статора двигателя (T_{da}) компрессора, где $i = \text{ПК}, \text{М}, \text{B1}, \text{B2}, \text{Д}$;

L_a – предаварийный уровень воды в рабочей зоне холодильника воздуха;

P_{ma} – минимальное допустимое давление в системе смазки компрессора;

Q_{ova} – минимальное допустимое значение потока воды в системе охлаждения компрессорного

агрегата;

ΔP_{afa} – максимальное допустимое значение перепада давления на воздушном фильтре;

t_{pu} – заданное время цикла продувки конденсата в воздухосборнике;

t_{np} – заданное время на открывание вентиля продувки конденсата.

Система автоматизации компрессорного агрегата функционирует следующим образом. При запуске программы управления задают начальные условия, после чего появляется возможность перевести контроллер в тестовый режим для проверки исправности функционирования как контроллера, так и элементов индикации и сигнализации. Далее контроллер переходит в режим ожидания команды на включение компрессорного агрегата. Если выбран автоматический режим, то команда на запуск КА поступает от управляющего компьютера (УК) станции. Если контроллер находится в режиме местного управления, он ожидает нажатия кнопки ПУСК.

При поступлении команды на включение контроллер начинает отрабатывать алгоритм запуска КА. Перед началом нормальной работы компрессора на пневмосеть необходимо включить системы его смазки и охлаждения, запустить электродвигатель и прогреть компрессор в режиме холостого хода, затем загрузить компрессор и подключить его к воздухосборнику (коллектору станции). Для этого контроллер включает маслонасос, контролируя в течении заданного времени t_{m3} достижение заданного давления масла P_{m3} , включает привод задвижки ЗОВ на открывание, контролируя в течении времени t_{ov3} её положение l_{ov3} , запускает систему управления электродвигателем СУЭД, контролируя время пуска t_{n3} и достижение заданной частоты вращения n_3 , электродвигателем компрессора, контролирует время прогрева t компрессора, включает привод разгрузочного клапана на закрывание для загрузки компрессора, контролируя процесс закрывания клапана по времени t_{zaz} и давлению воздуха P_{v3} на выходе компрессора и, наконец, включает привод задвижки ЗВ на открывание для подключения компрессора к пневмосети, контролируя время её открывания и положение. Если в процессе запуска не выполняется любое из вышеуказанных условий, пуск компрессорного агрегата прекращается, соответствующий исполнительный механизм возвращается в исходное состояние и включается сигнализация причины прекращения запуска КА.

В нормальном режиме работы компрессор должен обеспечивать заданную производительность для поддержания давления сжатого воздуха на заданном уровне Рз. Заданная управляющим компьютером производительность компрессора обеспечивается замкнутой системой СУЭД путем стабилизации частоты вращения электродвигателя на заданном уровне, т. е. обеспечением $n=n_3$. При работе компрессора в режиме поддержания

заданной производительности, ПЛК контролирует теплотехнические и технологические параметры

работы и состояния элементов КА и при достижении ими критических значений осуществляет

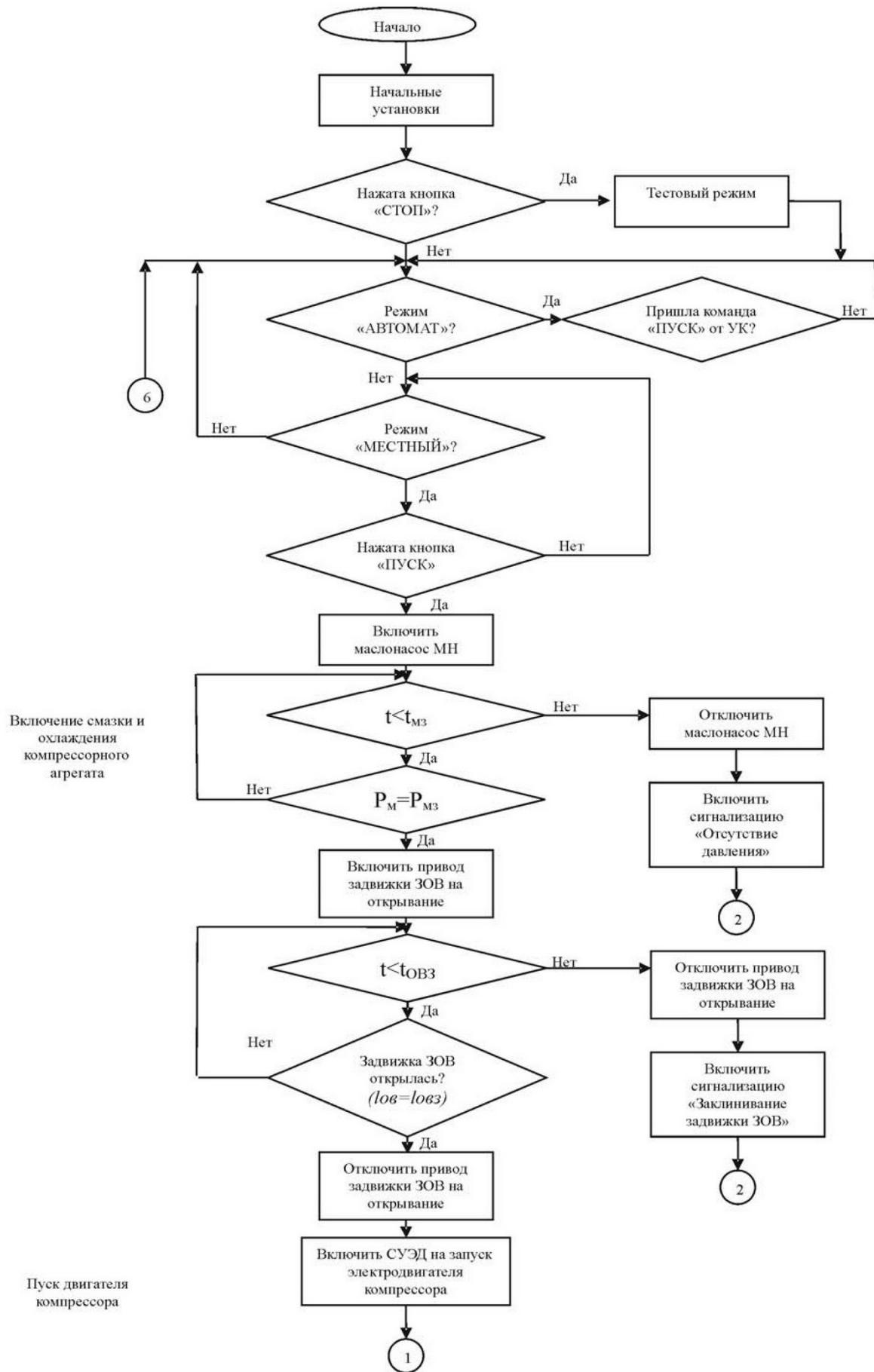


Рис. 2. Алгоритм управления компрессорным агрегатом

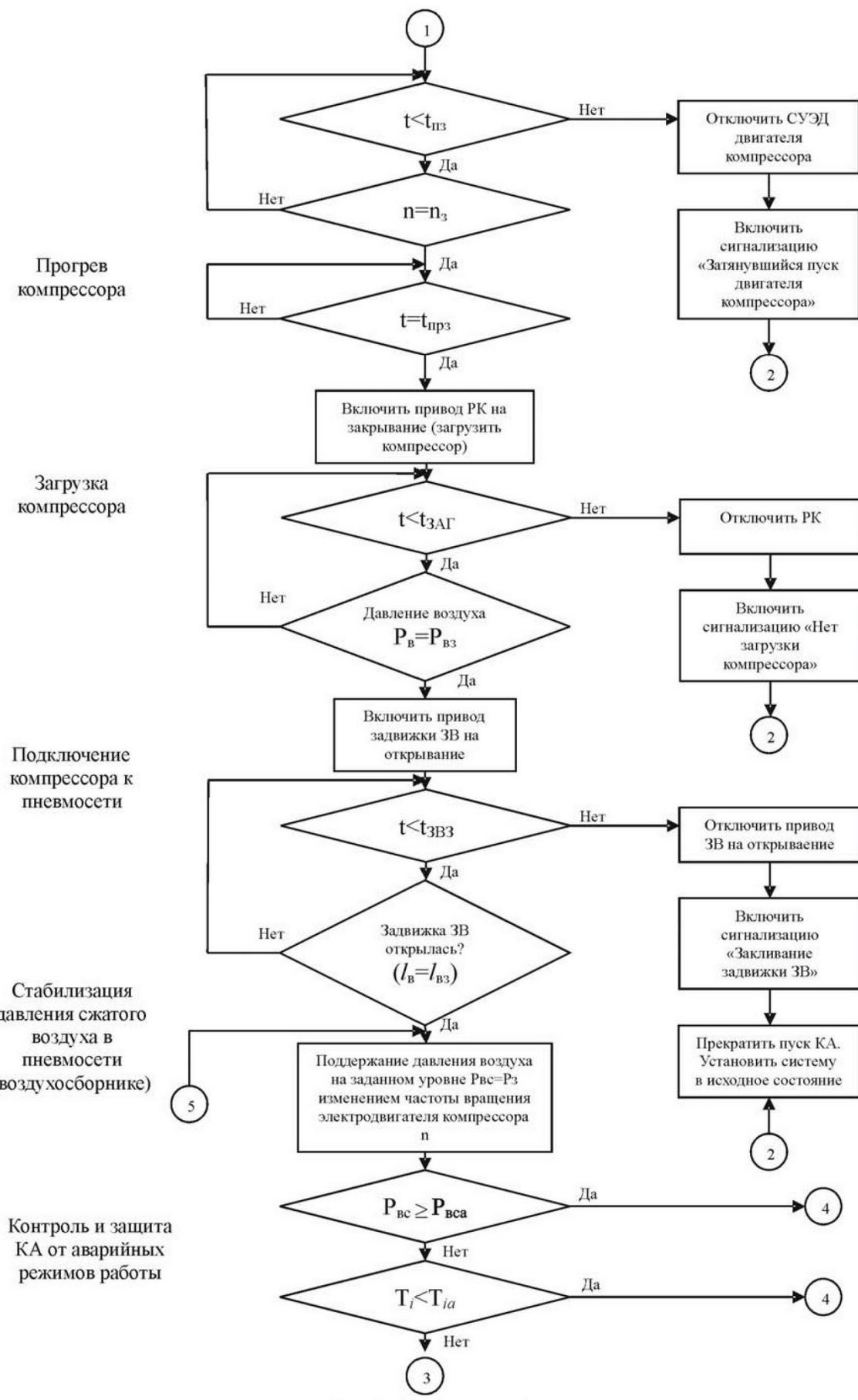


Рис. 2. (Продолжение)

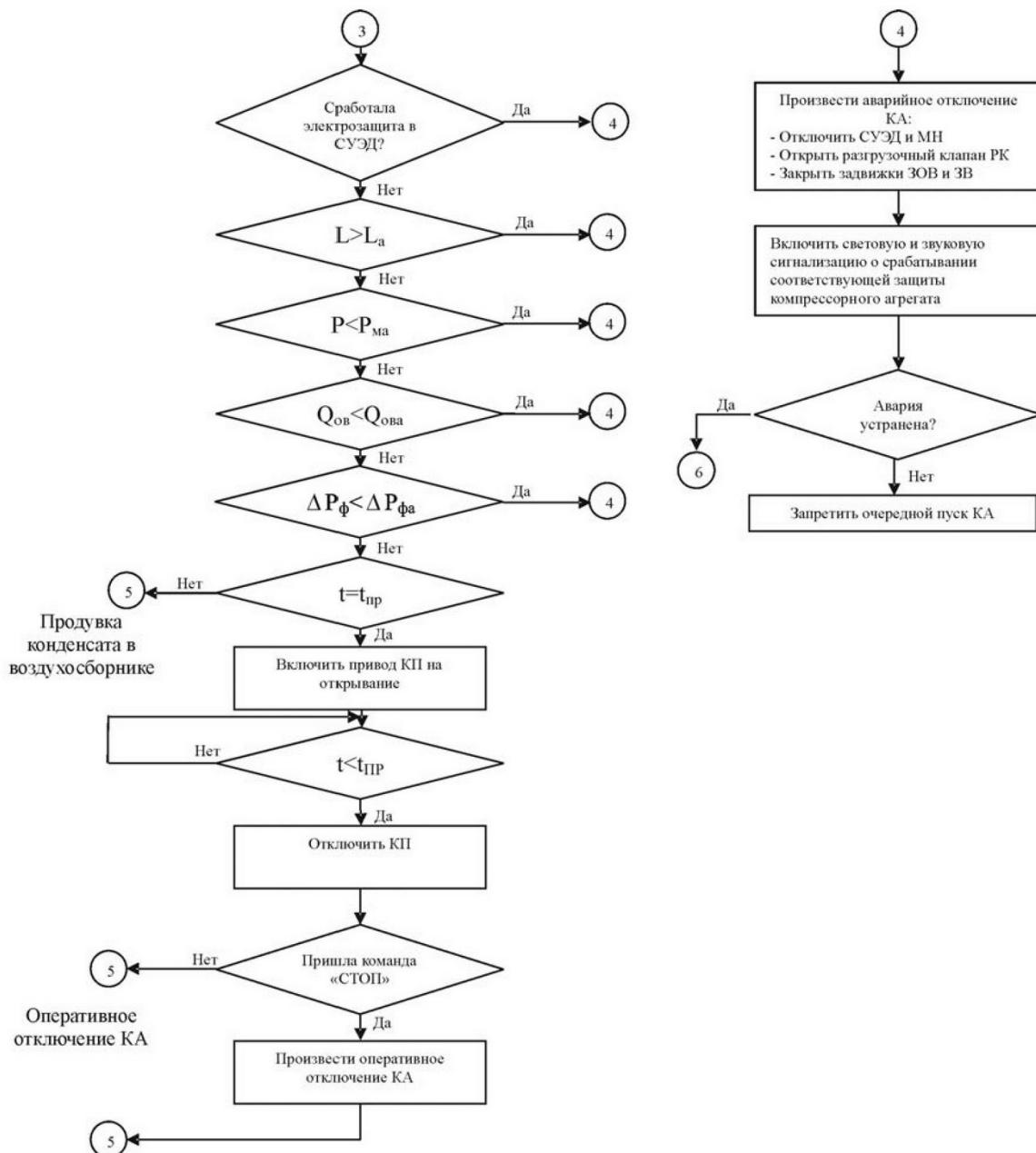


Рис. 2. (Окончание)

аварийное отключение КА: отключает электродвигатели компрессора и маслонасоса, открывает разгрузочный клапан, включает задвижки ЗОВ и ЗВ на закрывание, включает аварийную сигнализацию с расшифровкой причины срабатывания соответствующей защиты от: а) недопустимого повышения давления сжатого воздуха; б) перегрева подшипников, масла, сжатого воздуха, статора электродвигателя; в) появления воды в рабочей зоне холодильника; г) недопустимого снижения давления масла и расхода охлаждающей воды; д) засорения воздушного фильтра. Повторный запуск КА возможен только после устранения аварийной ситуации.

В процессе работы КА контроллер периодически, через заданное время t_{pu} , включает клапан КП для удаления конденсата из воздухосборника в

течение времени t_{np} .

В нормальном режиме работы КА контроллер ожидает команду на отключение в автоматическом режиме – от УК, в местном – от оператора (нажатие кнопки СТОП). Получив команду, он формирует сигнал управления отключением КА, осуществляя разгрузку компрессора, отключение его электродвигателя и маслонасоса, включение задвижек ЗОВ и ЗВ на закрывание, и после оперативного останова КА снова переходит в режим ожидания команды ПУСК от УК или оператора.

□ Автор статьи:

Медведев
Алексей Елисеевич
– канд. техн. наук, доц. каф.
электропривода и автоматизации