

Давлетбердин А.Р.

*Студент-специалист факультета ИРТ, кафедры АСУ
Уфимский государственный авиационный технический университет*

Россия, г. Уфа

Научный руководитель: Старцев Ю.В.

*Кандидат технических наук; доцент кафедры АСУ
Уфимский государственный авиационный университет*

Россия, г. Уфа

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ УСТАНОВКИ ПРОКАЧКИ ДВИГАТЕЛЕЙ ТВЗ-117

***Аннотация:** Статья посвящена проблеме автоматизации проведения одного из подготовительных этапов государственных испытаний авиационных двигателей – прокачки. В статье проводится анализ существующего процесса прокачки авиационных двигателей, разрабатываются задачи, которые должна решать автоматизированная система управления установки прокачки, разрабатывается интерфейс...*

***Ключевые слова:** автоматизированная система управления, технологический процесс, АСУ ТП, программируемый логический контроллер, ПЛК, авиационный двигатель, АД.*

***Annotation:** The article is devoted to the problem of automating the conduct of one of the preparatory stages of state tests of aircraft engines - pumping. The article analyzes the existing process of pumping aircraft engines, develops tasks that should be solved by an automated control system of the pumping unit, develops an interface ...*

***Key words:** automatic control system, technological process, programmable logic controller, PLC, aircraft engine.*

Большинство аварий, инцидентов, производственных травм возникает по причине «человеческого фактора». Человеку свойственно ошибаться, особенно если его работа монотонна и скучна, требует напряжения органов чувств, которое способствует переутомлению анализаторов организма. Возникающие ошибки могут вызывать повреждения оборудования, торможение производственного процесса и, что самое страшное, наносить вред здоровью человека.

Одним из технологических процессов, отличающихся своей монотонностью, но в то же время требующих от оператора сосредоточения, является процесс прокачки двигателя с помощью установки прокачки. Ошибки, допускаемые во время этого процесса, могут привести к повреждению оборудования установки и двигателя, пожару, нанесению вреда здоровью оператора. Поэтому существует необходимость в проектировании автоматизированной системы управления установки прокачки авиационных двигателей.

После доставки отремонтированного двигателя ТВЗ-117 на площадку Испытательного комплекса, извлечения его из транспортировочной тары и установки на транспортировочную тележку начинается подготовка двигателя для дальнейшего проведения испытаний. В процессе подготовки проводится осмотр двигателя, а также его прокачка.

Цикл прокачки двигателя проводится в целях принудительной смазки трущихся элементов двигателя, промывания его от излишков графитового напыления, притирки трущихся деталей, контроля параметров чистоты масла на выходе, удаления посторонних предметов, которые могут оказаться в двигателе после ремонта.

Цикл прокачки проводит механик-двигателист в соответствии с технологической инструкцией прокачки двигателя ТВЗ-117.

В ходе проведения анализа существующего процесса прокачки ТВЗ были выявлены следующие недостатки:

- Ручное управление процессом требует от исполнителя точного и своевременного выполнения алгоритма прокачки;
- Исполнитель должен точно помнить характеристики прокачки двигателя;
- Ручное управление требует постоянного контроля течения процесса;
- Неточное выполнение алгоритма способно повлечь за собой выход из строя ценного оборудования.

Для устранения выявленных недостатков предлагается разработать АСУ установки прокачки двигателя ТВ3-117.

В данной системе предполагается реализовать следующий функционал:

- Автоматическое управление циклом прокачки посредством использования ПЛК;
- Автоматическая остановка цикла прокачки в ситуациях, вызывающих повреждение двигателя;
- Возможность ручной остановки цикла прокачки.

На рисунке 1 представлена контекстная диаграмма предлагаемого процесса прокачки.

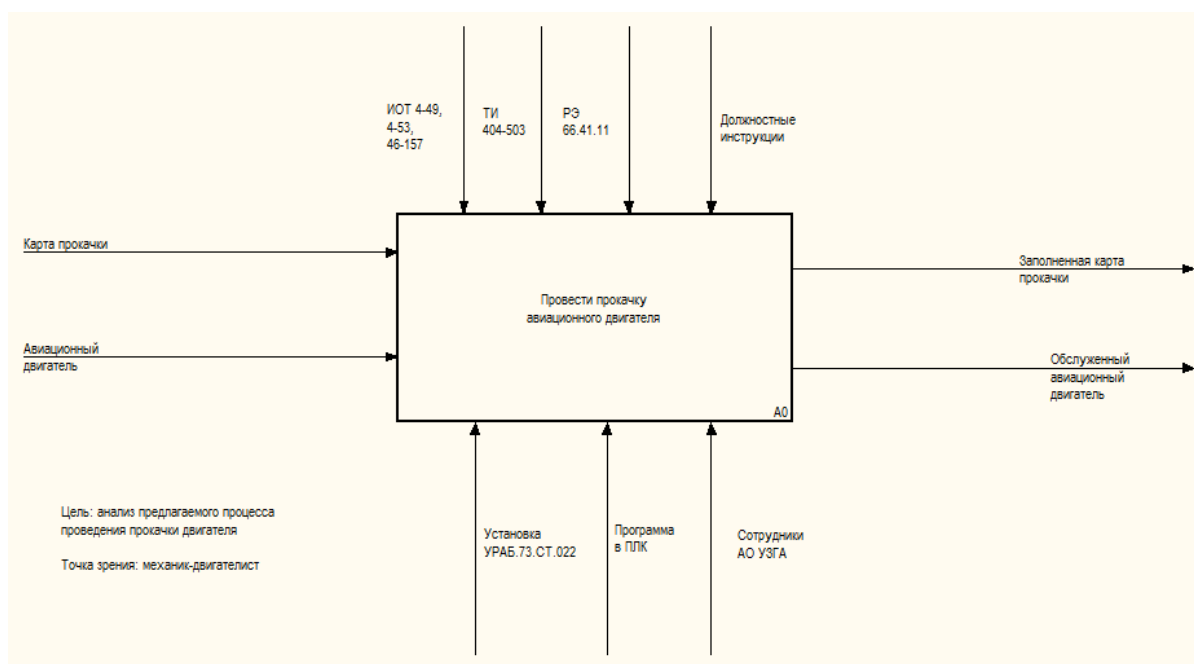


Рисунок 1 – контекстная диаграмма предлагаемого процесса прокачки

На рисунке 2 представлена диаграмма декомпозиции контекстного уровня.

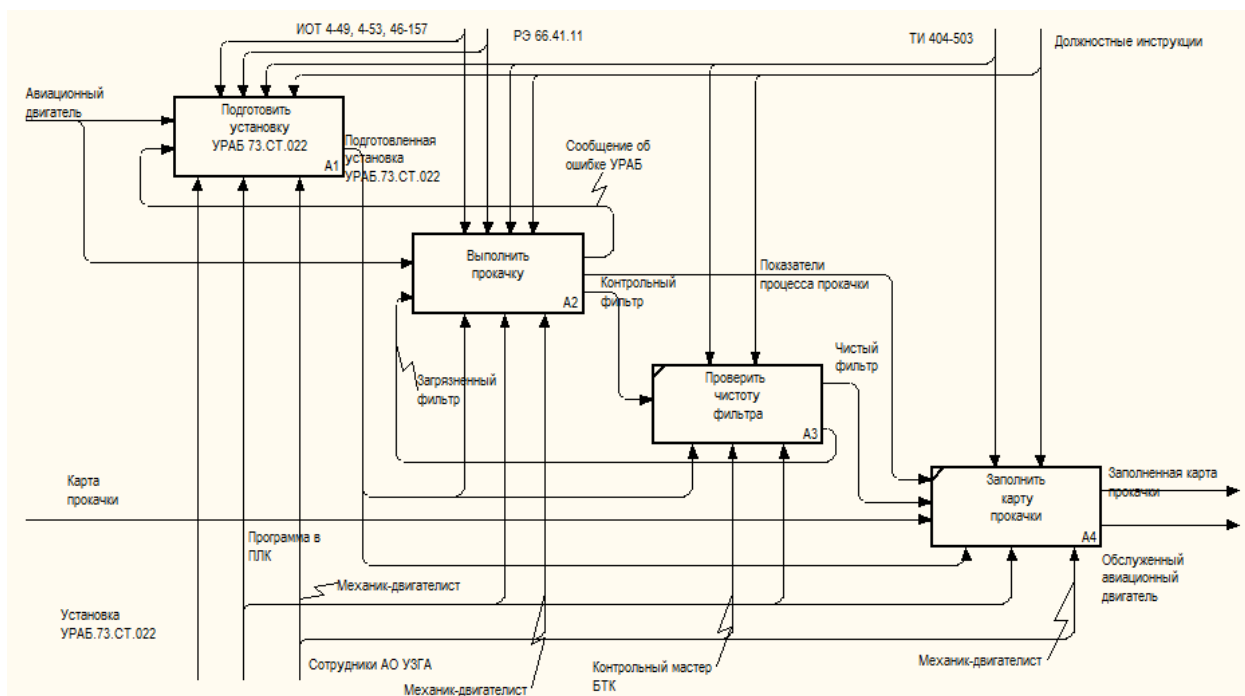


Рисунок 1– Диаграмма декомпозиции контекстного уровня

На рисунке 3 представлена декомпозиция блока А1 диаграммы декомпозиции контекстного уровня «Подготовить установку УРАБ 73.СТ.022». В отличие от существующего процесса, в предлагаемом нагрев и поддержание температуры смазочных материалов управляется с помощью программируемого логического контроллера без участия человека.

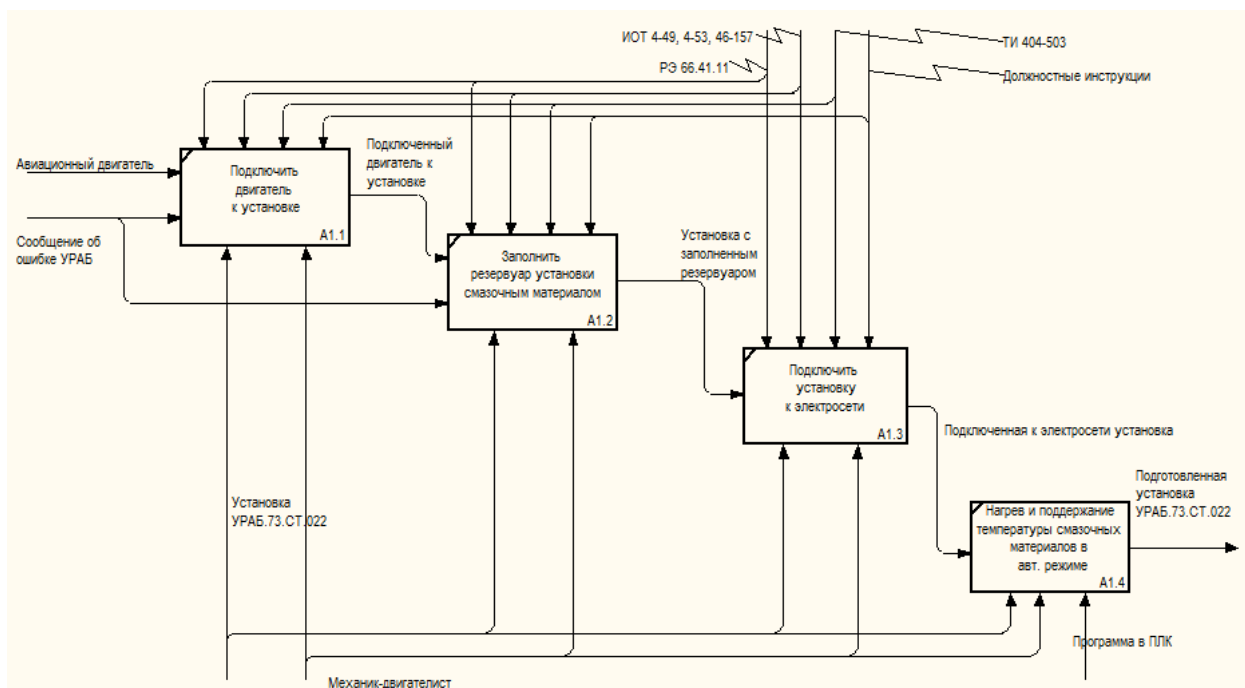


Рисунок 3– Декомпозиция блока А1

Нагреватель поддерживает температуру 75 °С. Так как нагреватель управляется с помощью реле, то для оптимизации его работы выполнена петля гистерезиса – нагреватель отключается при достижении температуры 76 °С, включается снова при охлаждении смазочного материала до 74 °С.

На рисунке 4 представлена декомпозиция блока А2 диаграммы декомпозиции контекстного уровня «Выполнить прокачку». В отличие от существующего процесса, в предлагаемом управлении циклом прокачки осуществляется с помощью программируемого логического контроллера.

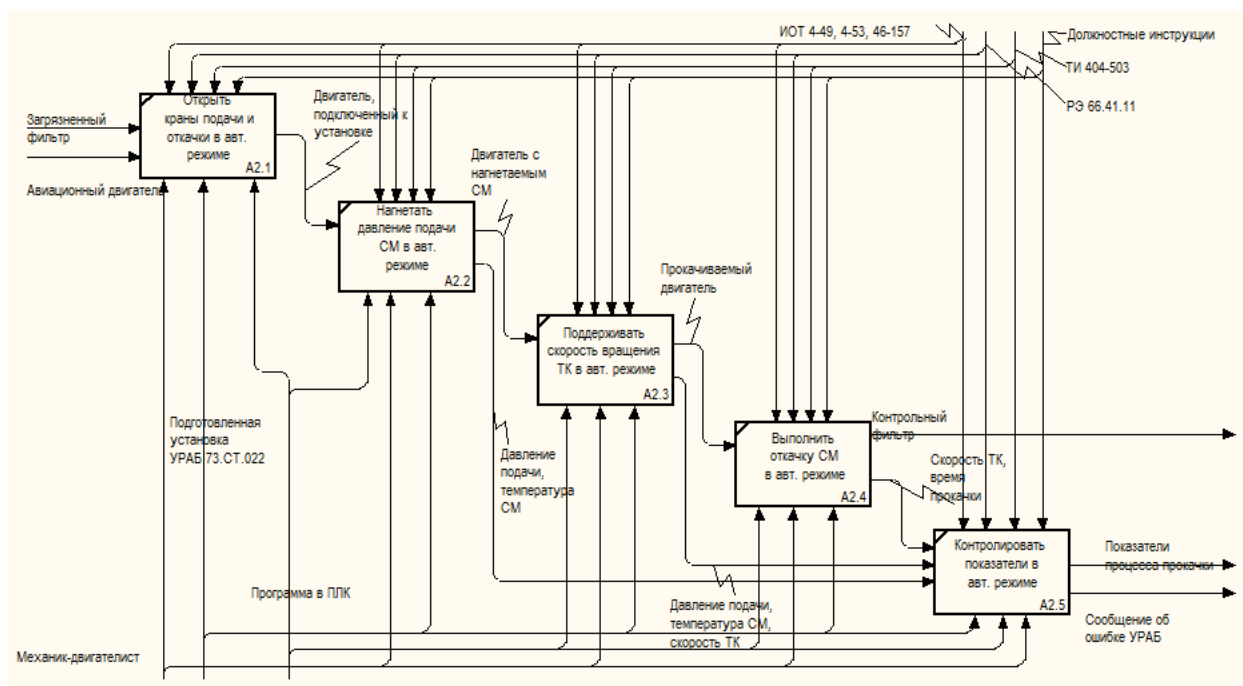


Рисунок 4 – декомпозиция блока А2

Давление обеспечивается работой насоса подачи, скорость вращения ТК – работой мотор-редуктора. Насос подачи и мотор-редуктор управляются ПИД-регуляторами.

ПИД-регуляторы работают по формуле:

$$Y = Y_{Offset} + KP(e(t) + \frac{1}{TN} \int_0^{TN} e(t) + TV \frac{de(t)}{dt}), \text{ где}$$

Y_{Offset} – стационарное значение, KP – коэффициент передачи, TN – постоянная интегрирования, TV – постоянная дифференцирования, $e(t)$ – сигнал ошибки (разница требуемого значения и существующего контролируемой величины), Y – выходное значение.

Требуемое значение скорости вращения ТК для прокачки двигателя ТВЗ-117 525 об/мин. Требуемое значение давления 0,4 кгс/см² при скорости вращения ТК до 350 об/мин, 0,7 кгс/см² при скорости вращения свыше 350 об/мин.

Насос откачки работает в течение процесса прокачки и выключается по истечении 30с после остановки ротора ТК.

Краны подачи и откачки двухпозиционные, управляются с помощью реле.

Цикл прокачки

Перед запуском цикла прокачки дождаться нагрева масла до нужной температуры.

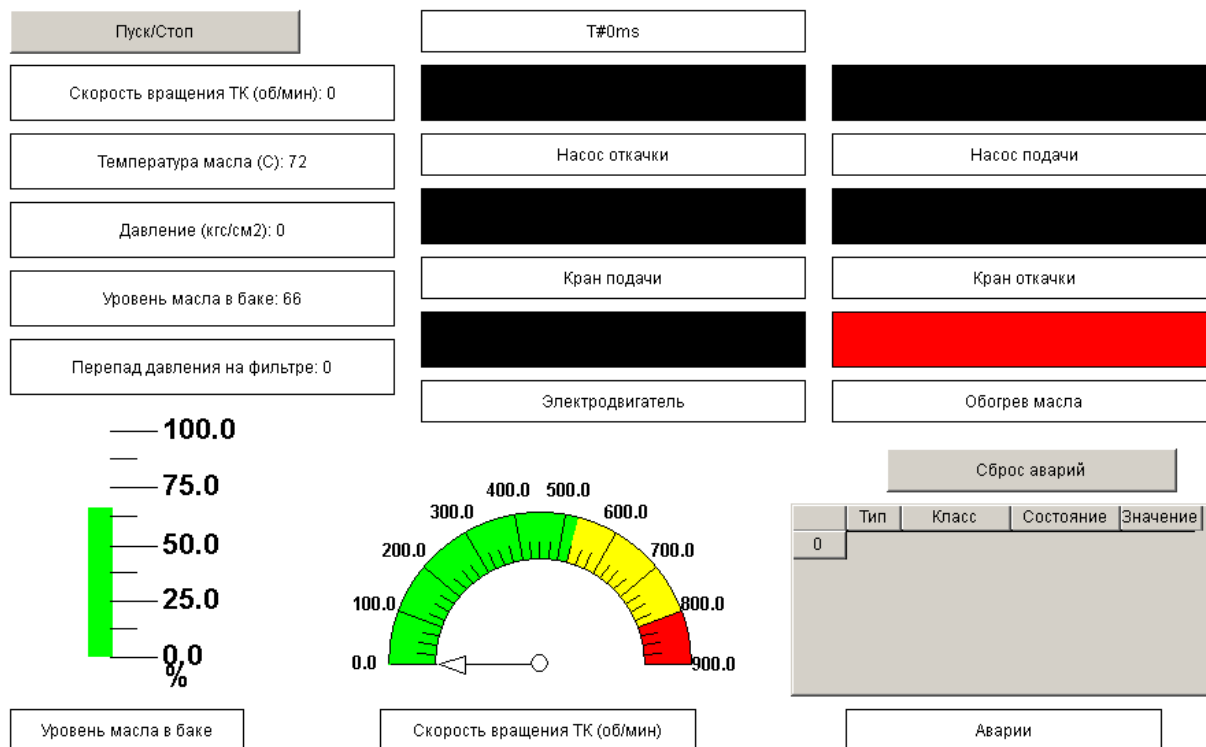


Рисунок 5 – окно прокачки двигателя перед запуском цикла прокачки.

Цикл прокачки двигателя ТВЗ-117.

1. Нажать на кнопку «Пуск/Стоп» на панели оператора. После этого краны подачи и откачки перейдут в положении «открыт», включится насос откачки, включится насос подачи, произойдет плавное увеличение давления до 0,4 кгс/см².

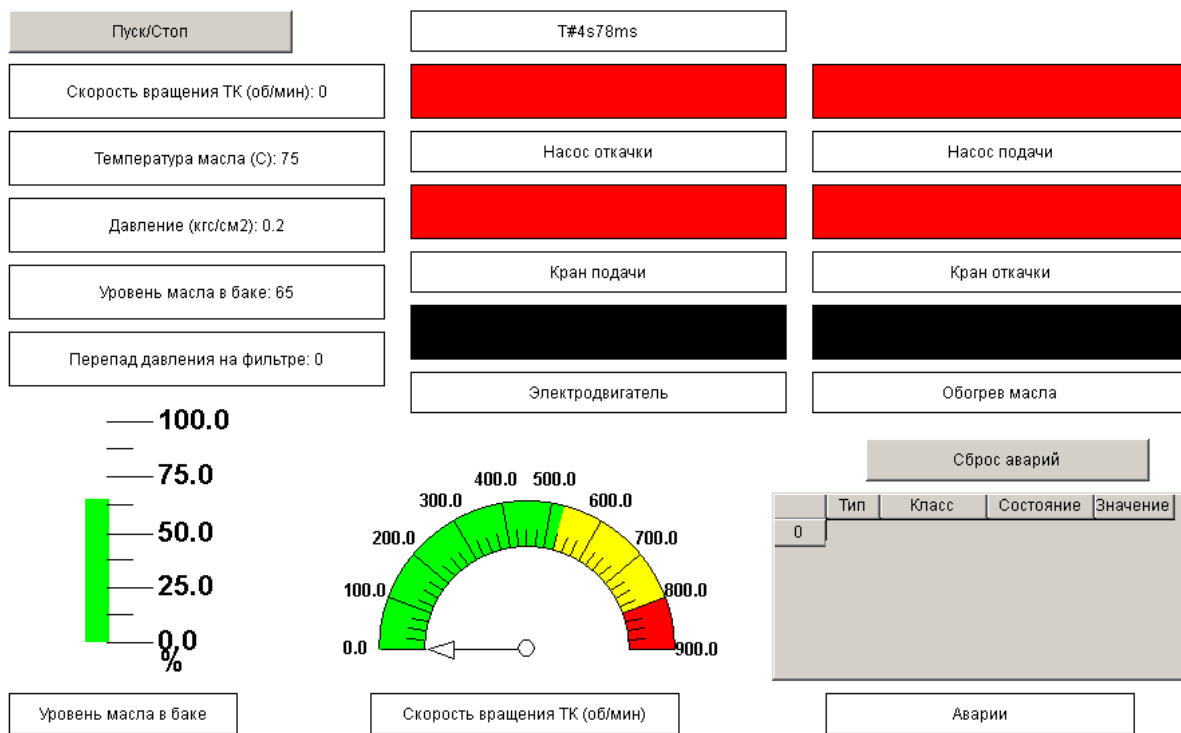


Рисунок 6 – окно прокатки во время выполнения 1 этапа цикла прокатки.

- При достижении давления 0,4 кг/см² включится привод вращения турбокомпрессора, произойдет плавное увеличение скорости вращения до 525 об/мин.

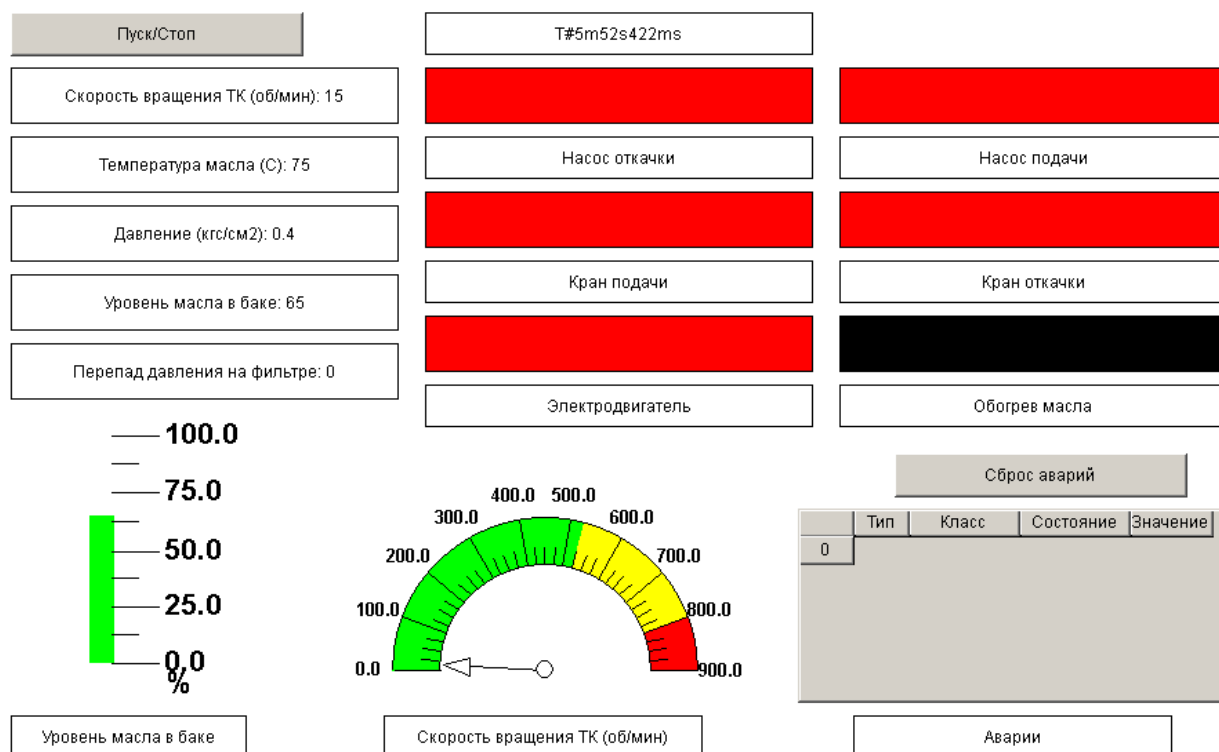


Рисунок 7 – окно прокачки во время выполнения 2 этапа цикла прокачки.

3. При достижении скорости вращения турбокомпрессора 350 об/мин насос подачи перейдет в режим поддержания давления 0,7 кгс/см².

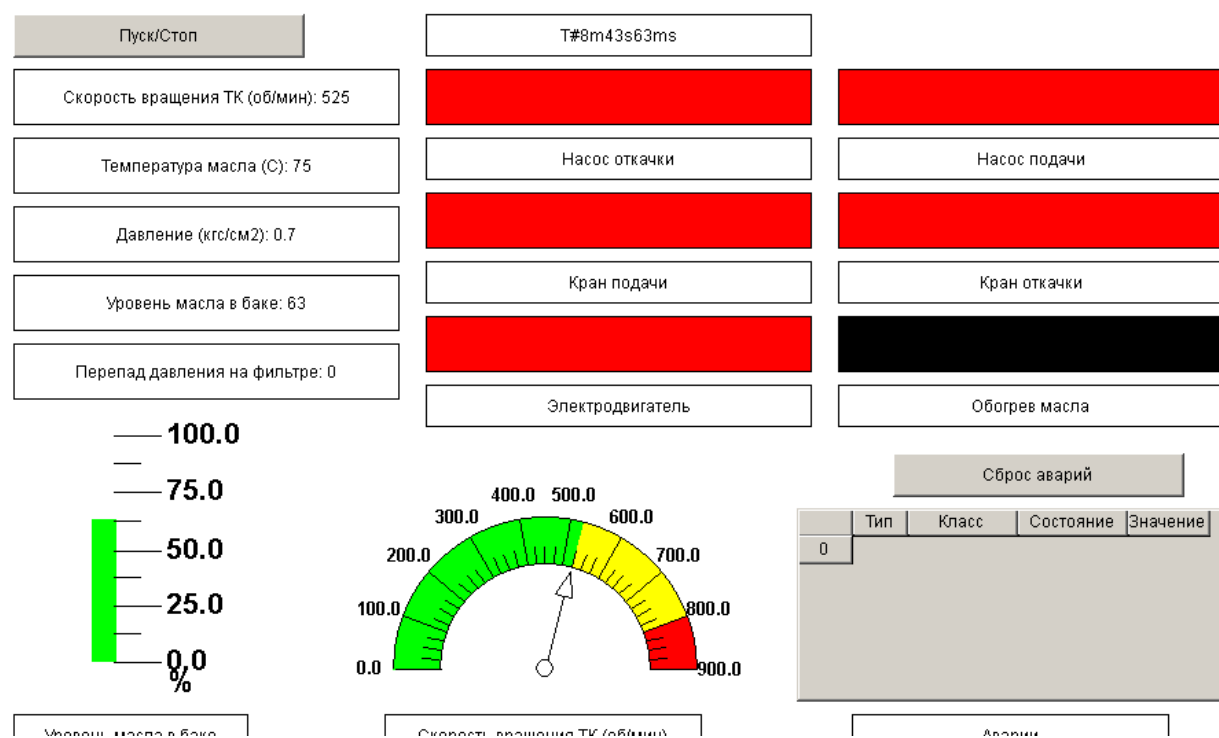


Рисунок 8 – окно прокачки во время выполнения 3 этапа цикла прокачки.

4. По истечении времени прокачки насос подачи и привод вращения турбокомпрессора отключатся и начнется плавное снижение скорости вращения до нуля, насос откачки работает 30 секунд и отключается.

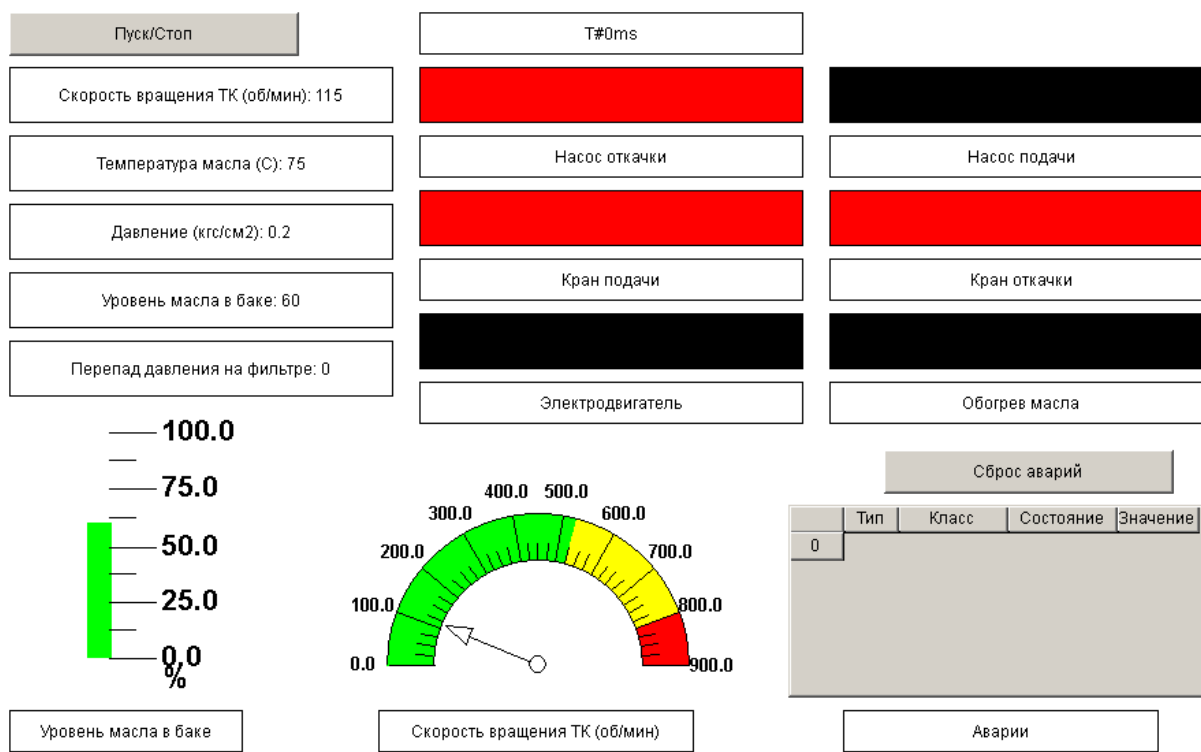


Рисунок 9 – окно прокачки во время выполнения 4 этапа цикла прокачки.

5. Краны откачки и подачи переходят в положение «закрыт».

Цикл прокачки двигателя ТВ3-117 завершен.

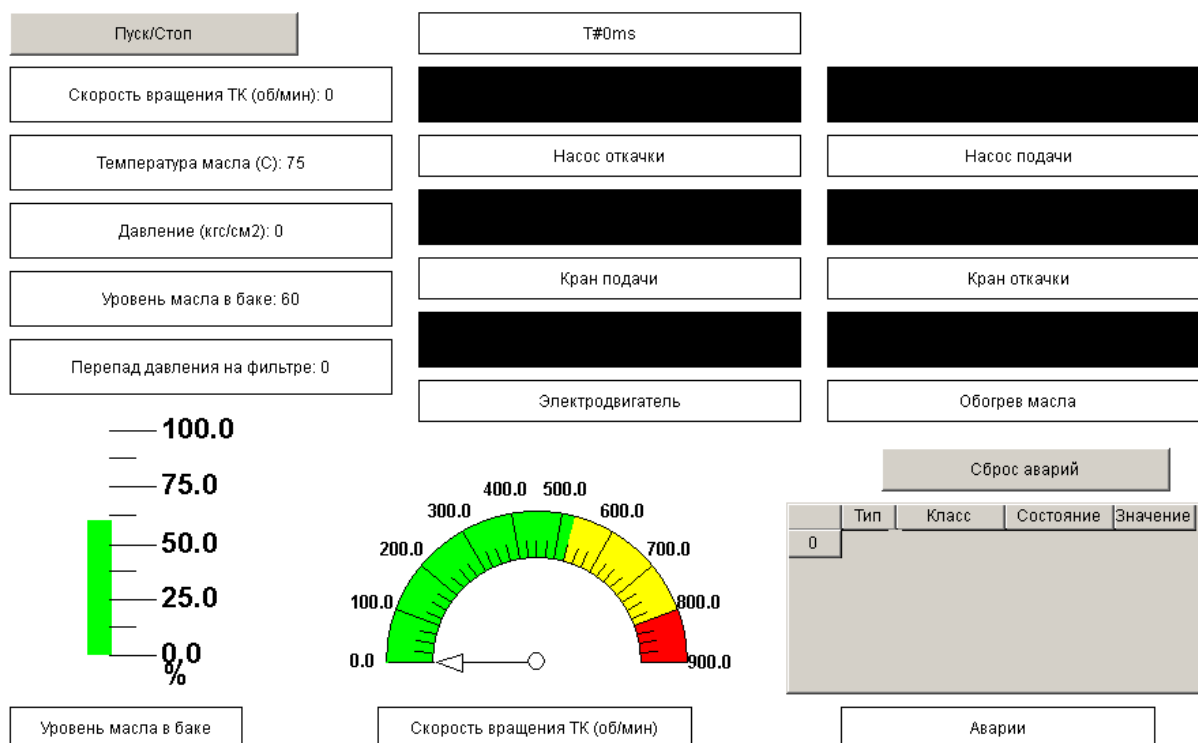


Рисунок 10 – окно цикла прокачки после завершения цикла.

Цикл автоматической прокачки можно остановить принудительно, до окончания времени прокачки. Для этого на панели оператора нужно нажать и удерживать кнопку «Пуск/Стоп» в течение 3 секунд, при этом произойдет автоматическая остановка прокачки, описанная выше.

Автоматический цикл может остановиться в следующих ситуациях:

1. Превышение давления на входе выше 5 кгс/см².
2. Снижение уровня масла в баке ниже минимального уровня (ниже 30%).
3. Превышение скорости вращения турбокомпрессора выше 800 об/мин.
4. Превышение температуры масла выше 80 °C.
5. Неисправность привода вращения турбокомпрессора.
6. Неисправность привода насоса подачи.

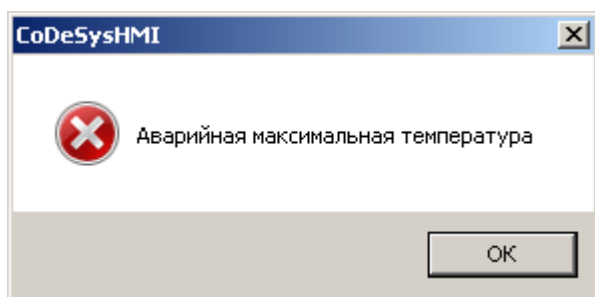


Рисунок 10 – сообщение об аварийной ситуации.

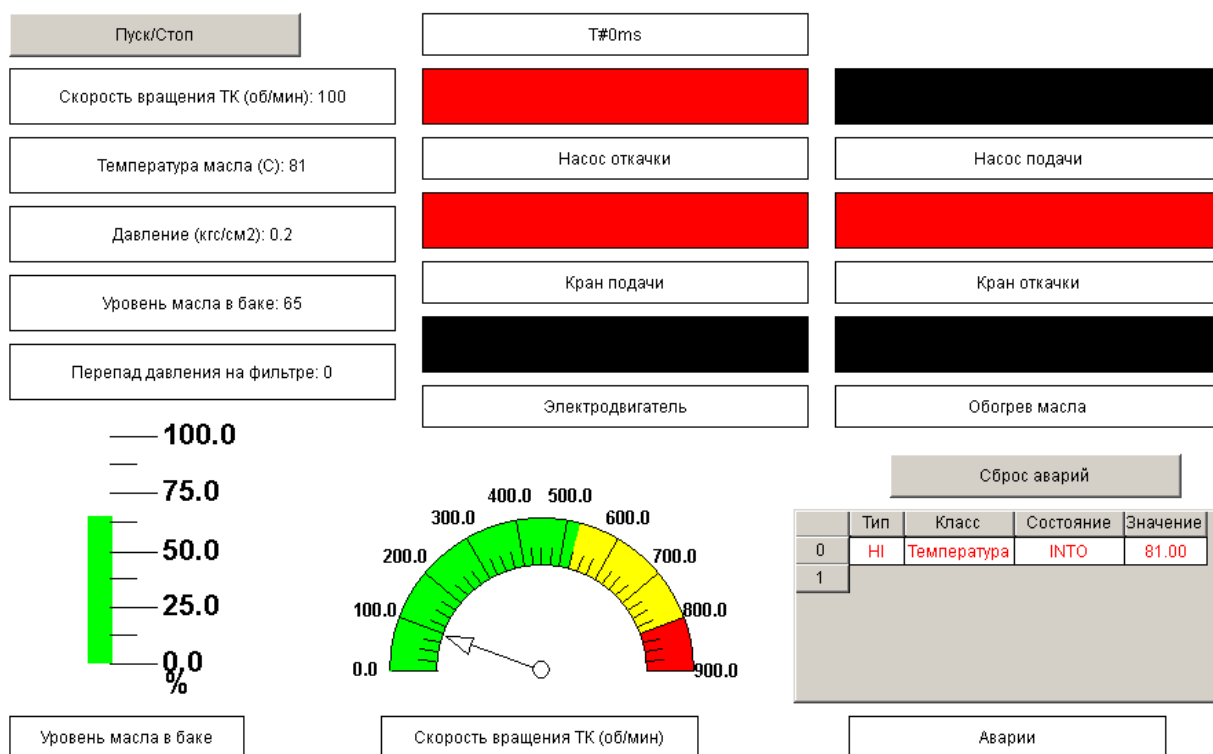


Рисунок 12 – остановка цикла прокачки по причине возникновения аварийной ситуации.

При появлении аварийной ситуации на панели оператора появится сообщение о неисправности. После устранения неисправности для ее сброса необходимо нажать на панели оператора кнопку «Сброс аварий».

В данной статье были сформулированы задачи разработки АСУ установки прокачки, а также разработан интерфейс.

Использованные источники:

1. Богданов А.Д., Калинин Н.П., Кривко А.И. Турбовальный двигатель ТВЗ-117ВМ. Конструкция и техническая эксплуатация / Богданов А.Д., Калинин Н.П., Кривко А.И. — М.: "Воздушный транспорт", 2000.— 392 с.
2. Зрелов В.А. Отечественные газотурбинные двигатели. Основные параметры и конструктивные схемы / Зрелов В.А. — М.: Машиностроение, 2005. — 336 с.
3. Мелехин В.Ф., Павловский Е.Г. Вычислительные машины, системы и сети / Мелехин В.Ф., Павловский Е.Г. — М.: Издательский центр "Академия", 2007. — 560 с.
4. Болл Стюарт Р. Аналоговые интерфейсы микроконтроллеров / Болл Стюарт Р. — М.: Додэка-XXI, 2007. — 360 с.
5. Кангин В.В., Козлов В.Н. Аппаратные и программные средства систем управления. Промышленные сети и контроллеры. / Кангин В.В., Козлов В.Н. — М.: Бином, 2010. — 422 с.