

Аннотация статьи: «Обеспечение работоспособности опасного производственного объекта на основе применения технологии HAZOP/SIL»

8 июня 2025 года

П.В. Ганченко, В.П. Космачев, А.А. Селиванов (ООО «НТЦ«ТБ»)

В настоящей статье представлены методические подходы исследования проблем работоспособности, связанных с внеплановым или аварийным остановом технологических установок (блоков, узлов), прекращением выработки продукции, потерей качества продукции, отравлением или потерей катализаторов, и других проблем, оказывающих большое влияние на стабильность функционирования опасного производственного объекта, на основе применения технологии HAZOP/SIL.

Цель исследования проблем работоспособности опасного производственного объекта заключается в выявлении отклонений технологических параметров в процессе эксплуатации объекта (части объекта) исследования, которые оказывают существенное влияние на непрерывность и стабильность технологического процесса.

Например, если необходимо исследовать проблемы работоспособности связанные с внеплановым или аварийным остановом установки (цеха) и прекращением выработки продукции, то достижение цели исследования проблем работоспособности реализуется решением следующих задач:

- выявление причин отклонений технологических параметров, приводящих к внеплановому или аварийному останову установки (цеха) и прекращением выработки продукции;
- выявление достаточности существующих приборных систем безопасности для предупреждения, своевременного обнаружения и предотвращения «негативных событий», связанных с остановом установки (цеха) и прекращением выработки продукции;
- построение сценариев - «Деревьев развития негативных событий», связанных с остановом установки (цеха) и прекращением выработки продукции;
- разработка структурно-логических моделей для получения количественных оценок работоспособности основных узлов установки (цеха) и оценка показателей работоспособности установки (цеха);
- выявление наиболее «слабых мест» в надежности функционирования оборудования, приборов КИПиА, в регулирующей и отсечной арматуры, структуре выполнения функций, направленных на обеспечение безотказного функционирования основных узлов и установки (цеха) в целом;
- выработка рекомендаций, направленных на повышение работоспособности систем ПАЗ, безотказности технологического оборудования, приборов, технических устройств, обеспечивающих непрерывность и стабильность технологического процесса, стабильность качества показателей производимого продукта при эксплуатации объекта исследования.

Исследование проблем работоспособности, в части касающейся внепланового или аварийного останова установки (цеха) и прекращением выработки продукции, предлагается осуществлять в три основных этапа.

Первый этап исследования осуществляется в процессе анализа HAZOP в границах исследуемого узла и состоит из обсуждения и заполнения рабочих таблиц рабочей группой в соответствии с технологией HAZOP/

На втором этапе исследования выполняется анализ результатов процедуры HAZOP, для чего проводится:

- анализ выявленных по результатам исследования HAZOP «негативных событий», связанных с проблемами работоспособности оборудования установки (цеха), отсекающей и регулирующей арматуры, приборов КИПиА, значимыми по тяжести последствиями для производства и приводящих к внеплановому или аварийному останову установки (цеха), прекращением выработки продукции;
- выбор из рабочих таблиц HAZOP всех идентифицированных причин, которые могут инициировать рассматриваемое «негативное событие», приводящее к внеплановому или аварийному останову установки (цеха), прекращение выработки продукции;
- оценка критичности выявленного негативного события по возможному экономическому ущербу с использованием матрицы ранжирования риска;
- выбор из рабочих таблиц HAZOP приборных слоев защиты, связанных с конкретной причиной, инициирующей «негативное событие», и анализ этих мер защиты на предмет их достаточности по предотвращению экономического ущерба;
- разработка и построение «Деревьев развития негативных событий», приводящих к внеплановому или аварийному останову установки (цеха), прекращением выработки продукции.

Третий этап исследования заключается в решении следующих задач:

- разработка и построение моделей безотказного функционирования основных узлов объекта исследования;
- проведение количественных оценок показателей безотказного функционирования исследуемого объекта, оценка вероятности реализации «негативных событий» и оценка показателей ролевых функций элементов моделей;
- анализ результатов моделирования и выработка рекомендаций, направленных на повышение работоспособности исследуемых узлов и снижение вероятности возникновения «негативных событий», связанных, например, с внеплановым остановом установки (цеха), прекращением выработки продукции.

Основой решения задач исследования проблем работоспособности, являются результаты, полученные с применением технологии HAZOP и SIL-анализа, с последующим построением «Деревьев развития негативных событий».

Анализа рабочих таблиц и «Деревьев развития негативных событий», позволяет:

- установить причины и их сочетание, приводящие к конечному «негативному событию»;
- определить возможные отказы приборных систем безопасности, которые вносят наибольший вклад в реализацию «негативного события»;
- найти события или сочетания событий, которые наиболее вероятно вызовут развитие «негативного события»;
- оценить влияние первичного события (исходной причины) на вероятность реализации

«негативного» события;

- определить возможные действия оператора по предотвращению реализации «негативного события».