

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Котов В.А., Громаков Е.И.

Научный руководитель: Громаков Е.И., к.т.н., доцент

Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: vladimirkotov91@mail.ru

При проектировании автоматизированных систем (АС) управления процессами нефтегазовой отрасли (НГО) часто возникает неопределенность при выборе необходимого объема контрольно-измерительных приборов и автоматики (КИПиА). Это обусловлено тем, что использовать общую универсальную формулу расчета объема автоматизации технологического процесса или любого объекта управления, указывающую, к тому же, какие именно КИПиА должны быть выбраны, невозможно, так как каждый исследуемый процесс НГО строго индивидуален по характеру процессов и требованиям к безопасности.

Все информационные переменные, полностью характеризующие функционирование системы, подразделяют на проектные (*установленные*) и переменные, обеспечивающие дополнительные (*предполагаемые, повышенного качества*) потребности заказчика.

Так, например, отраслевым стандартом ОАО «Роснефть» устанавливаются три класса автоматизации, которые обеспечивают достижения установленных и предполагаемых целей заказчика:

1) системы, обладающие лишь теми средствами автоматизации и функциональными возможностями, которые позволяют осуществлять *безопасное управление* технологическим процессом *в соответствии с действующими нормативными требованиями государственных органов*;

2) системы, обладающие улучшенными средствами и возможностями, позволяющими использовать *дополнительные источники эффективности автоматизации и соответствующими сложившейся мировой практике автоматизации* технологических объектов нефтегазодобычи (НГД);

3) системы, реализующие новейшие достижения в развитии автоматизации технологических процессов НГД и требования, предъявляемые вышестоящим уровнем интегрированной АСУ предприятия к АС объектов нефтегазодобычи, благодаря чему их создание оказывается высоко рентабельным направлением капиталовложений.

Целью данной работы является развитие методологии выбора (определения) проектного объема автоматизации технологических процессов НГО.

Можно указать некоторые основные рекомендации по определению необходимого объема автоматизации, которых следует

придерживаться при решении задач проектирования АС.

Декомпозиционный принцип — это математическая формализация метода функциональной декомпозиции и последующий расчет степеней свободы (Degrees of Freedom, DOF) объекта управления [1] Для этого сначала весь технологический процесс делят на ряд функциональных подсистем, а затем каждая из них разделяется до уровня отдельных аппаратов (установок), для которых определяется число степеней свободы их процессов и какие именно КИПиА должны быть выбраны для управления свободными (независимыми) переменными, характеризующими процесс.

Эвристический принцип — это тоже формализация широко используемого проектировщиками интуитивно-эвристического метода, который позволяет специалистам при технологическом проектировании автоматизации производств НГО выбирать наиболее удачные (часто задаваемыми отраслевыми нормативными документами) проекты решения задачи автоматизации, без полного перебора всех возможных альтернативных вариантов.

При анализе математических моделей технологических объектов с большим числом варьируемых переменных создание оптимальной стратегии управления, эффективность и простота автоматизации зависят во многом от выбора «удачного набора» свободных (управляемых) переменных.

Концепция степеней свободы предоставляет такой инструмент, в котором степени свободы приходится на любую независимую переменную, входящую в процесс, изменение которой, будет в той или иной степени влиять на один или более выходной параметр, характеризующий производительность всего процесса. Соответственно, описание контуров АС этими переменными определяет необходимый объем автоматизации.

Таким образом, с помощью использования АС стремятся уменьшить степень свободы процесса путем использования КИПиА (электронных, пневматических, механических и гидравлические элементы управления), интегрированных в контур управления.

Согласно концепции Себорга Д. [2] нахождение свободных ИП заключается в определении максимального числа переменных процесса, которые могут быть независимо управляемы. Некоторые авторы (Конда Н. [3], Понтон Дж. [4]), отмечают, что этот подход

подвержен ошибкам для интегрированных систем в связи с большим числом уравнений и переменных.

Понтон Дж. представил метод анализа степеней свободы в управлении процессом на основе общего количества технологических потоков, включая нагрев и охлаждение коммунальных потоков. Он предложил, что максимальные степени свободы могут быть получены путем вычитания количества дополнительных этапов в каждом из блоков от общего числа потоков.

Описание математической модели исходит из определенного числа m переменных и параметров, характеризующих состояние процесса и соответствие установленным техническим условиям. Эти информационные переменные связаны независимыми неявными функциями. Число таких функций n . Обычно система уравнений математической модели технологического объекта содержит избыток информационных переменных по сравнению с числом уравнений. Этот избыток определяет число независимых (свободных) переменных [5], которыми следует управлять с использованием средств автоматизации и называется степенью свободы технологического процесса отдельной установки или производства в целом DOF . Согласно [6] степень свободы технологического процесса удобно вычислять по формуле:

$$DOF = S_i + S_o + H - A,$$

где S_i - число входных переменных, S_o - число выходных переменных, H принимает значение 1, если извне в процесс поступает энергия, иначе она равна 0, A принимает значение 1, если не используется (не контролируется) одна из переменных, характеризующих приход/расход процессной продукции иначе 0.

Рассмотрим в качестве примера смеситель (рис.1). Здесь $S_i=2$; $S_o=1$; $H=0$; (нет поступающей извне энергии) и $A=0$ (считается, что оба входных потока, создающих приход/расход массовой составляющей продукции в смесителе контролируются). Следовательно, $DOF=3$.

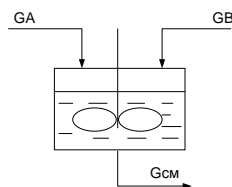


Рисунок 1. Схематичный смеситель

С учетом требований по защите объем автоматизации может быть представлен в виде схемы (рис.2)

Функциональность любой АС должна быть достаточной для обеспечения возможности управления данным технологическим объектом в соответствии с целями создания и функционирования системы, установленными в

соответствующем техническом задании.

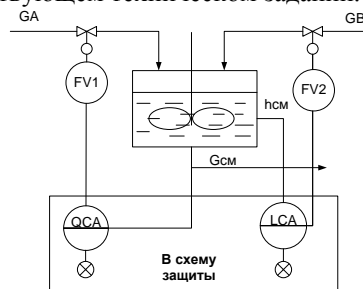


Рисунок 2. Управляемый смеситель

При выборе таких целей и связанного с ними состава функций следует иметь в виду, что существенное повышение показателей экономической отдачи системы часто может быть достигнуто только путем применения новых функций и алгоритмов управления.

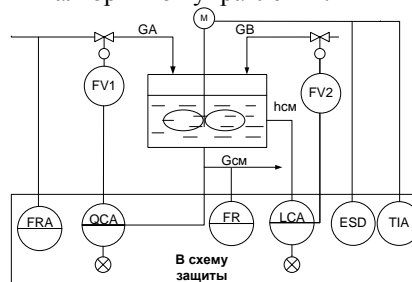


Рисунок 3. Управление повышенного качества

С учетом контроля электрических параметров привода смесителя, которые являются дополнительными источниками эффективности автоматизации, соответствующими сложившейся мировой практике автоматизации, предполагаемый вариант схемы управления смесителем может иметь вид (рис.3).

Предложенная методология позволяет устанавливать ориентировочный объем автоматизации при выполнении проектов АС для различных классов от базового до систем повышенного качества.

Литература:

1. Green, D. W., Perry, R. H.. Perry's Chemical Engineers' Handbook 8 th edition, The McGraw-Hill Companies, Inc. , 2008, 2728 p..
2. Seborg, D. E., Edgar, T. F. & Mellichamp, D. A. Process Dynamics and Control. Second edition. New Jersey, Wiley, 2004. 514 p.
3. Konda, N. V. S. N. M., Rangaiah, G. P. & Krishnaswamy, P. R. A simple and effective procedure for control degrees of freedom. Chemical Engineering Science, 61 (4), 2006, 1184-1194 pp
4. Ponton, J.W., Degrees of Freedom Analysis in Process Control, Chemical Engineering Science, Vol. 49 (1994) No. 13, 1089 - 1095 pp.
5. Кафаров В.В., Глебов М.Б. Математическое моделирование основных процессов химических производств , Учеб. пособие для вузов. - М.: Высш. шк., 1991, 400 с
6. M.Rodríguez,J.A.Gayoso, Degrees of freedom analysis for process control 16th European Symposium on Computer Aided Process Engineering and 9th International Symposium on Process Systems Engineering, 2006. 1489-1494 pp.