

УДК 681.3

DOI: 10.26102/2310-6018/2019.26.3.020

Б. Яхиауи, А.А. Митрохин, В.Л. Бурковский
**МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА
ПРОДУКЦИИ В УСЛОВИЯХ ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНОГО
ПРОЦЕССА ВУЛКАНИЗАЦИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ШИН**

*Воронежский государственный технический университет,
Воронеж, Россия*

Качество выпускаемой продукции является одним из важнейших критериев эффективности любого производства. Системы управления потенциально опасными технологическими процессами должны подвергаться постоянному развитию и совершенствованию в связи с неоспоримой важностью обеспечения должного контроля качества, так как потенциально опасные технологические процессы представляют собой сложно формализуемые системы, функционирующие в условиях неопределенности, неполноты знаний и нечеткости описаний как самой системы, так и действующих на нее сигналов. В данной работе в качестве исследуемого объекта рассматривается потенциально опасный технологический процесс вулканизации автомобильных шин. В работе представлена обобщенная структура объекта управления, а также математическая модель объекта управления, построенная в виде множества величин, описывающих процессы в реальной системе, анализируются параметры, влияющие на качество выпускаемой продукции. Способ улучшения качества выпускаемой продукции, базируется на использовании модели управления и прогнозирования функционирования потенциально опасного технологического процесса вулканизации. В работе приведена обобщенная структура модели управления и прогнозирования качества готовой продукции, обоснована целесообразность использования модели применительно к процессу вулканизации.

Ключевые слова: потенциально опасные объекты, математическая модель, технологический процесс, вулканизация

Введение

На сегодняшний день наиболее распространёнными методами построения автоматических систем управления является использование традиционных математических моделей и алгоритмов. Стоит заметить, что, построение точных математических моделей потенциально опасных объектов управления затруднено из-за проблем с формализацией систем, функционирующих в условиях неопределенности, неполноты и неточности в описании, как самой системы, так и действующих на нее возмущений. Среди этих объектов выделяется процесс производства автомобильных шин, в которых наиболее характерным является процесс вулканизации.

Потенциально опасный технологический процесс вулканизации автомобильных шин характеризуется наличием большого числа

неконтролируемых источников внешних и внутренних возмущений в процессе управления технологическим процессом, а также высокой динамикой изменения состояния объекта управления, что в свою очередь существенно усложняет производственные процессы. Это привело к выводу, что для управления такими процессами уже недостаточно применения классических методов теории управления и необходима разработка концептуально новых методов и подходов.

В настоящее время, наиболее перспективным путем развития систем управления и контроля потенциально опасных технологических процессов является разработка и внедрение моделей прогнозирования и управления технологическими операциями и процессами. Данный подход позволит представить технологический процесс в виде математического описания, адекватно отображающего протекание реальных процессов.

Математическая модель объекта управления

Исходной информацией при построении математической модели управления потенциально опасным технологическим процессом вулканизации автомобильных шин являются данные об известных входных и выходных величинах, т.е. параметры, влияющие на качество выпускаемой продукции и их изменению во времени, условиях работы, и целей функционирования.

Предлагается математическую модель объекта управления формулировать в виде множества величин, описывающих процессы в реальной системе.

Введем в рассмотрение входные воздействия:

$$x_i \in X, i = \overline{1, n_i};$$

Выходные величины:

$$y_j \in Y, j = \overline{1, n_j};$$

Возмущающие воздействия:

$$v_k \in V, k = \overline{1, m};$$

Тогда, состояние процесса функционирования объекта может быть представлено в виде вектора следующего вида:

$$\vec{y}(t) = F_s(\vec{X}, \vec{v}, t);$$

Основываясь на вышеуказанных величинах, описывающих процессы в реальном объекте, объект управления и воздействия, оказывающие влияние на процессы, протекающие в самом объекте, представлено на (Рисунок 1).

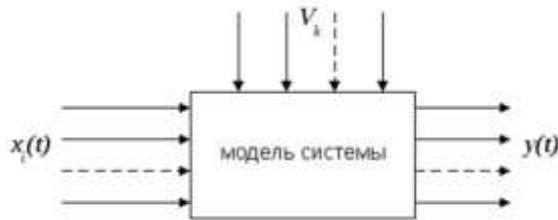


Рисунок 1 - Структура объекта управления

Согласно представленной структуре математической модели приведем следующие входные параметры (X) потенциально опасного процесса вулканизации:

- температура контейнера, °С;
- давление греющего пара в контуре контейнера, Бар;
- температура плиты, °С;
- давление греющего пара в контуре плиты, Бар;
- формовочное давление при загрузке шины, Бар;
- внутренне давление греющего пара процесса вулканизации, Бар;
- внутренне давление азота процесса вулканизации, Бар;

Выходные параметры (Y) потенциально опасного процесса вулканизации:

- масса шины, кг;
- однородность, %;
- дисбаланс, г.

Возмущающие факторы (V) потенциально опасного процесса вулканизации:

- изменение температурных режимов процесса вулканизации;
- изменение давления азота;
- изменение давления пара.

Модель для прогнозирования динамики объекта управления и ее функциональные возможности

Для разработки модели прогнозирования и управления технологическим процессом предлагается обобщенный вариант декомпозиции объектов проектирования, учитывающий особенности обработки информации, выполняемые ими функции (объектно-ориентированные и обслуживающие) и выделяющий уровни автоматизации, объединяющих подсистемы моделирования, постановки и реализации эксперимента.

Приведенная на (Рисунок 2) обобщенная структура модели прогнозирования динамики объекта управления:

- 1) АСМ – автоматизированную систему моделирования;
- 2) АСУЭ – автоматизированную систему управления экспериментом;
- 3) АСПЭ – автоматизированную систему проведения эксперимента;
- 4) БД – базу данных.

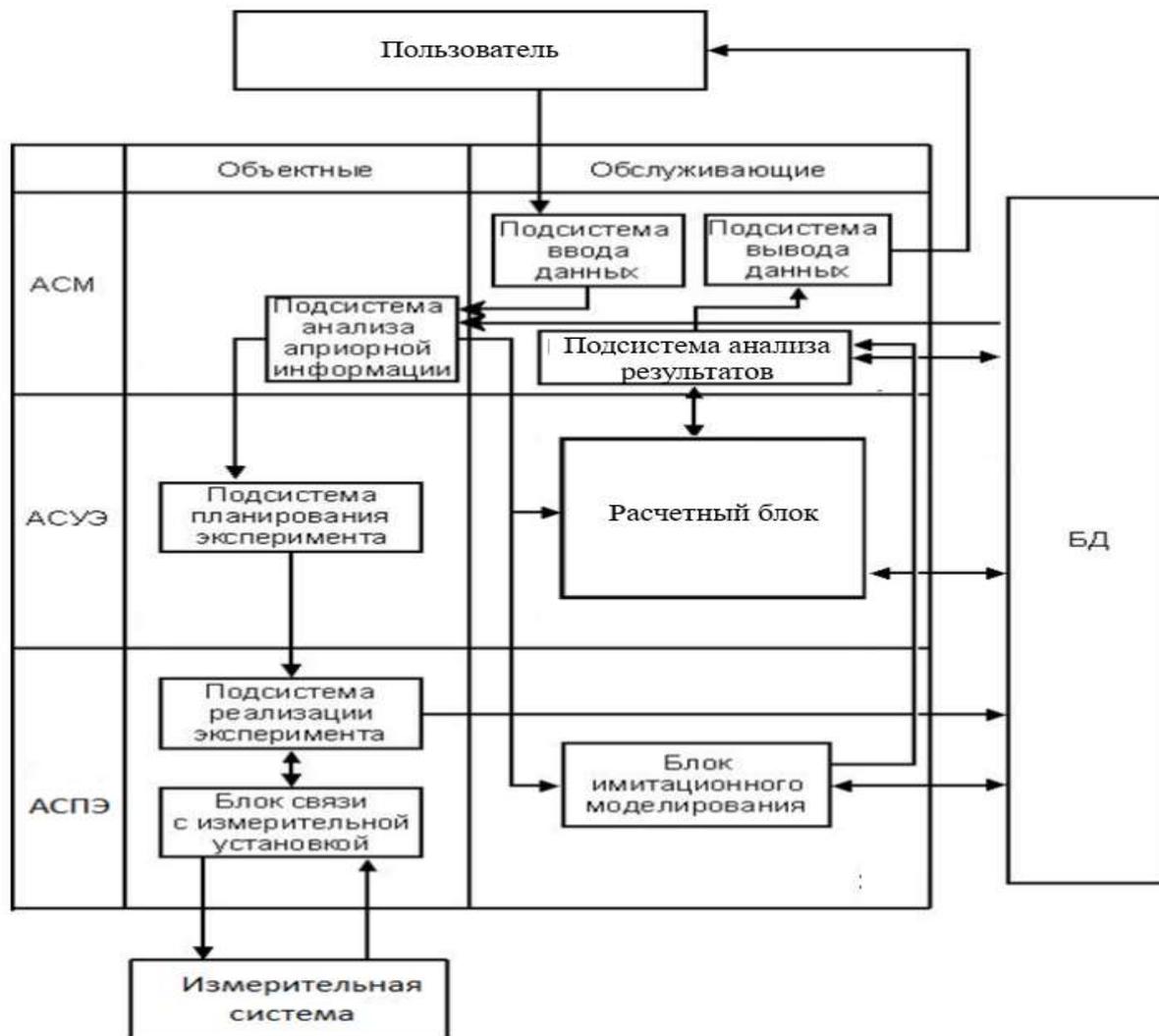


Рисунок 2 - Обобщенная структура модели управления и прогнозирования качества готовой продукции потенциально опасного технологического процесса вулканизации

Рассмотрим функциональные возможности разрабатываемой модели управления и прогнозирования качества готовой продукции потенциально опасного процесса вулканизации. С точки зрения области применения модель прогнозирования предназначена для выполнения следующих функций:

- 1) Имитационного моделирования процесса вулканизации автомобильных шин и расчета показателей качества готового изделия;

2) Получение и хранение статистических данных о потенциально опасном технологическом процессе и качестве готового изделия в БД.

3) Перерасчета математических констант моделей, используемых при моделировании.

4) Для моделирования параметров потенциально опасного технологического процесса вулканизации пользователь вводит исходные данные. Далее осуществляется расчет модели технологического процесса вулканизации, выходные данные представлены показателями массы шины, однородность, дисбаланс. Эти данные совместно с исходными передаются в подсистему расчета показателей качества, где рассчитываются дополнительные показатели качества готового изделия. При моделировании используются эмпирические данные в виде набора констант статических моделей, поступающих с базы данных по запросу.

5) При инициализации режима накопления статистических данных производится запись информации в базу данных. При этом информация разделяется на 2 вида - данные задаваемые вручную, результаты измерений параметров технологического процесса (измеряемые автоматически, результаты лабораторного контроля).

6) В режиме пересчета констант статических данных происходит вызов накопленных статистических данных.

7) После оценки констант информация поступает в блок анализа выходной информации, где принимается решение о достоверности результатов пересчета констант. Если результаты идентификации удовлетворительные, то новые данные поступают в базу данных.

8) По результатам вычислений в блоке расчета управляющих воздействий на выходе формируются данные, характеризующие параметры управляющих воздействий.

9) Для описания логики взаимодействия информационных потоков применяется методология, использующая графическое описание информационных потоков, взаимоотношений между процессами обработки информации и объектов в виде IDEF3 модели представленной на (Рисунок 3).

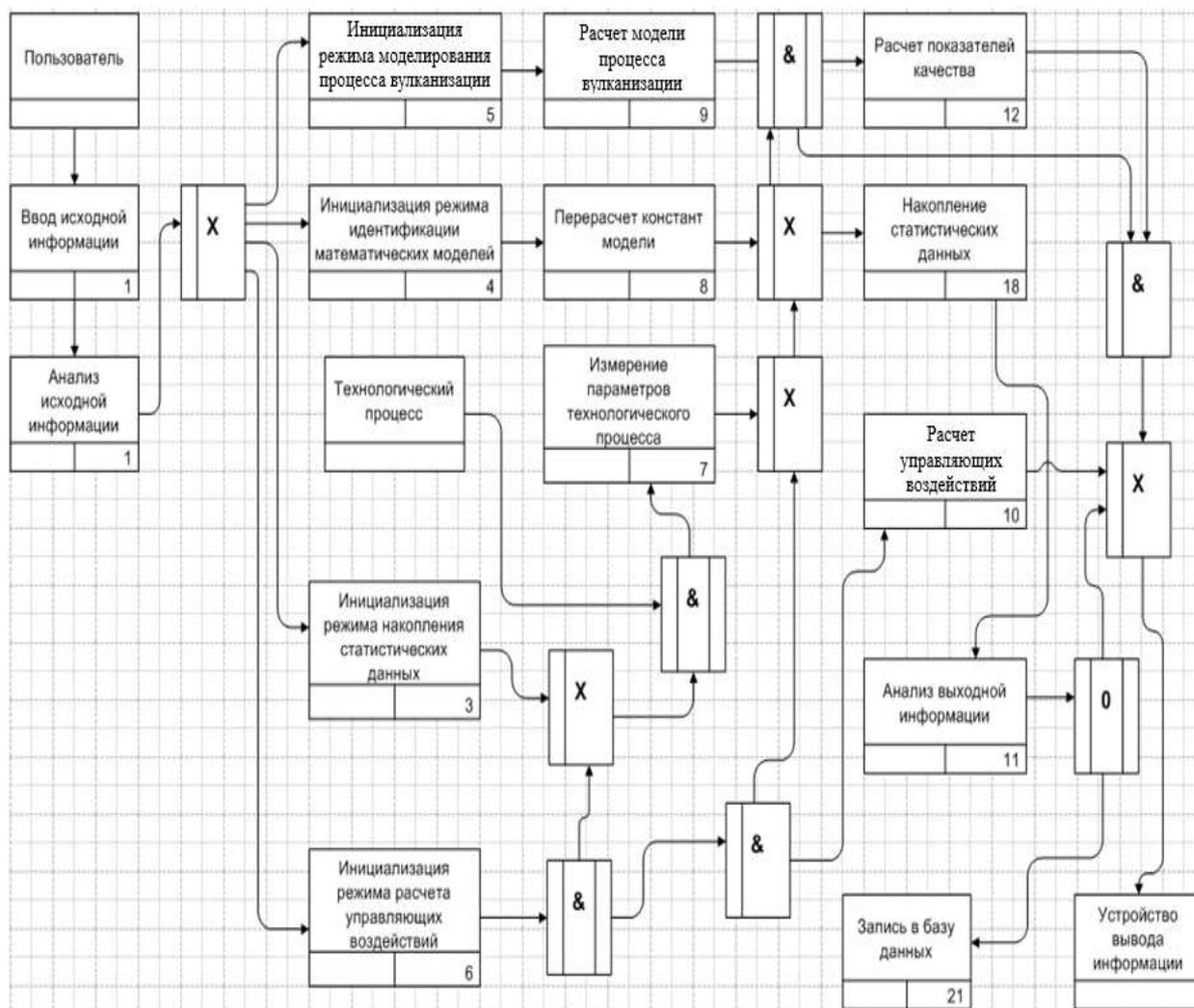


Рисунок 3 - 0020 IDEF3 модель системы анализа и управления потенциально опасным процессом вулканизации

Заключение

Таким образом, приведя краткую характеристику потенциально опасного технологического процесса вулканизации автомобильных шин, пришли к выводу о необходимости разработки и внедрения в систему управления модели управления и прогнозирования качества готовой продукции. Так как традиционные системы управления потенциально опасными технологическими процессами функционируют в затрудненных условиях, которые характеризуются большой размерностью объекта управления, его не стационарностью, нелинейностью, разнообразием ситуаций, неполнотой контроля внешних воздействий, выходных воздействий и состояний объекта. Все эти особенности существенно влияют как на качество выпускаемой продукции, так и на качество управления в целом.

Исключительной особенностью разрабатываемой модели управления и прогнозирования качества готовой продукции процесса вулканизации состоит в том, что она даёт ответы на многие вопросы ещё на этапе предварительного исследования технологического процесса. Это исключает лишние затраты трудовых и материальных ресурсов на построение нерациональных систем и реализацию неэффективных режимов. Предлагаемая модель управления и прогнозирования является чрезвычайно гибким средством, позволяющим воспроизводить любые, как реальные, так и гипотетические ситуации, даёт возможность исследовать ход технологического процесса при любых значениях его параметров.

ЛИТЕРАТУРА

1. Митрохин А.А, Гусев К.Ю, Бурковский В.Л. Модели прогнозирования качества продукции потенциально опасного процесса вулканизации автомобильных шины // Вестник воронежского государственного технического университета. 2017. Т. 13. №. 3. С. 28-33.
2. Ткалич С.А, Пивоваров В.П, Бурковский В.Л. Модели принятия решений в системах управления потенциально – опасными производствами // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2014. Т. 10. №. 5-1. С.129-132.
3. Ткалич С.А, Бурковский В.Л, Котов Д.В. Исследование нейросетевой модели прогнозирования аварийных ситуаций процесса вулканизации // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2010. Т. 10. № 7. С.15-29.
4. Митрохин А.А, Бурковский В.Л. Нечеткое регулирование процесса подачи греющего пара в рамках автоматизированной системы управления технологическим процессом вулканизации автомобильных шин // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2018. Т. 14. №.3. С.7-12.

B. Yahiaoui, A.A. Mitrokhin, V.L. Burkovsky

MODEL OF PRODUCTION QUALITY CONTROL AND PREDICTION UNDER THE CONDITIONS OF A POTENTIALLY HAZARDOUS AUTOMOBILE TIRE VULCANIZATION PROCESS

Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia

Quality of products is one of the most important criteria of efficiency of any production. Control systems of potentially dangerous technological processes should be subject to constant development and improvement in connection with the indisputable importance of ensuring proper quality control, as potentially dangerous technological processes are complex formalized systems that operate under conditions of uncertainty, incomplete knowledge and

fuzzy descriptions of both the system itself and the signals acting on it. In this paper, a potentially hazardous technological process of vulcanizing automobile tires is considered a subject of study. The paper presents a generalized structure of the control object, as well as a mathematical model of the control object, organized in the form of a set of values that describe the processes in the real system, analyzes the parameters that affect product quality. In order to improve the quality of the final product, a model for controlling and predicting the functioning of a dangerous technological process of vulcanization is proposed. The paper presents a generalized structure of the control model and the prediction of the quality of the finished product, the implementation of the model in relation to the vulcanization process.

Keywords: potentially dangerous objects, mathematical model, technological process, vulcanization

REFERENCES

1. Mitrokhin A.A, Gusev Yu.K, Burkovsky V.L. Models of forecasting quality of products of a potentially hazardous process of automobile tires vulcanization, *Bulletin of Voronezh state technical University*, 2017, Vol. 13, No. 3, pp 28-33.
2. Tkalich S.A, Pivovarov V. P, Burkovsky V.L. Decision-making models in potentially hazardous production management systems, *Bulletin of Voronezh state technical University*, 2014, Vol. 10, No. 5-1, pp 129-132.
3. Tkalich S.A, Burkovsky V.L, Kotov D.V. Investigation of the neural network model of forecasting of emergency situations of the curing process, *Bulletin of Voronezh state technical University*, 2010. Vol. 10, No. 7, pp. 15-29.
4. Mitrokhin A.A, Burkovsky V.L. Fuzzy regulation of feeding heating steam in framework of automated control system of technological process of automobile tires vulcanization, *Bulletin of Voronezh state technical University*, 2018, Vol. 14, No. 3, pp 7-12.