

УДК 553.982.2

Максименко Д.Ф.

Студент магистратуры

Северо-Кавказский федеральный университет

Россия, г. Пятигорск

Воронин А.Ю.

кандидат технических наук, доцент

Северо-Кавказский федеральный университет

Россия, г. Пятигорск

ЗАДАЧИ И ПРОБЛЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ДОБЫЧИ НЕФТИ

Аннотация: Автоматизация – неотъемлемый результат технического прогресса. Автоматизация нефтяной промышленности решила ряд важных задач, сделав процесс добычи нефти легче и безопаснее. Управление процессом добычи нефти происходит при помощи методов анализа и синтеза систем с распределенными параметрами. На современном этапе развития нефтяного комплекса решаются задачи по автоматизации процессов разработки малодебитных и трудноэксплуатируемых месторождений.

Ключевые слова: автоматизация; нефтяная промышленность; месторождение; добыча нефти; технологическое оборудование; дебит; трудноизвлекаемые запасы; система с распределенными параметрами.

Maksimenko D.F.

Master's student

North-Caucasus Federal University

Russia, Pyatigorsk

Voronin A. Y.

Candidate of technical sciences, associate professor

TASKS AND PROBLEMS OF AUTOMATION OF OIL PRODUCTION PROCESS

Annotation: Automation is an integral result of technical progress. Automation of the oil industry has solved a number of important tasks, making the process of oil extraction easier and safer. The process of oil production is controlled by the methods of analysis and synthesis of systems with distributed parameters. At the present stage of development of the oil complex, the tasks of automating the development of marginal and difficult to exploit fields are being solved.

Keywords: automation; oil industry; field; oil production; technological equipment; debit; hard to recover reserves; system with distributed parameters.

Автоматизация – это внедрение в производство приборов и автоматических устройств, облегчающих технологический процесс. В нефтяной промышленности она включает комплекс различных технических средств, на которые возлагается обеспечение безопасной и бесперебойной работы оборудования на протяжении всего процесса добычи нефти, от разработки до эксплуатации месторождения и последующей переработки сырья. При этом человек не принимает непосредственного участия в данных процессах, а лишь контролирует их, автоматизация охватывает все объекты основного производства, контролирует включение резервного оборудования, блокирует объекты в случае аварийной ситуации [3, 10]. И с момента развития и внедрения автоматизации на производство она довольно продолжительное время решала ряд определенных задач для облегчения процесса разработки и эксплуатации нефтяных месторождений, что способствовало уменьшению экономических затрат.

Основными задачами автоматизации процессов добычи нефти является решение таких проблемы, как:

- защита оборудования во время аварийных ситуаций;
- контроль за протеканием технологического процесса;
- контроль состояния оборудования, используемого в процессе нефтедобычи;
- минимизация прерывания эксплуатации нефтяных скважин с целью сокращения экономических затрат;
- увеличение коэффициента извлечения нефти и др. [5, 12].

При этом автоматизированные системы управления технологическим процессом (АСУ ТП) выполняют ряд важнейших функций:

- фиксация измерений технологических параметров (температура, давление, вибрации и т. д.) с последующей передачей данных на контроллер для первичной обработки, а затем на ЭВМ оператора для контроля процессов добычи нефти;
- автоматическое регулирование технологического процесса согласно заданным параметрам;



Рисунок 1. Схема прохождения сигнала от датчика к ЭВМ оператора

- дискретное управление технологическим оборудованием;

– сигнализация обо всех отклонениях от заданных параметров технологического процесса, а также о состоянии оборудования, задвижек, кранов [1, 5].

То есть внедрение автоматизации на предприятия обеспечило безопасность производства и позволяло контролировать все процессы, протекающие на предприятиях по добычи нефти, уменьшая риск возникновения аварийных ситуаций, позволяя своевременно реагировать на изменения параметров технологического оборудования и применять необходимые меры по ликвидации возникших отклонений, но основное это интенсификация и повышение интенсивности производства.

Стоит отметить, что в последнее время претерпел существенные изменения нефтяной комплекс. Это выражается в следующем: во-первых, из-за увеличивающегося спроса на нефть и продукты ее переработки, повышается потребность в разработке новых месторождений, что в последующем будет вести к плавному переходу от добыче нефти на гигантских месторождениях к небольшим и малым месторождениям [9], а старые месторождения перейдут в число малодобитных; во-вторых, развитие нефтедобывающей промышленности постепенно приводит к исчерпыванию легкодоступных запасов нефти, оставляя месторождения, характеризующие трудноизвлекаемостью запасов [4, 11]; в-третьих, с учетом особенностей расположения месторождений (климат, рельеф) многие характеризуются труднодоступностью, что уменьшает возможности по их разработке [11]; в-четвертых, это кибербезопасность [11].

Для разработки и эксплуатации малодобитных месторождений чаще всего используют штанговые скважинные насосные установки. Однако при снижении дебита скважины производительность установки остаётся на высоком уровне, что приводит к лишним энергетическим затратам и

увеличивает износ оборудования [3]. И для решения данного вопроса следует усовершенствовать систему автоматизации управления технологического оборудования добычи нефти, в частности, разработать такую систему управления штанговыми насосными установками, которая бы позволяла выбирать режим работы оборудования в зависимости от объема добычи и состояния скважины. Однако, первоначально решения проблемы автоматизированных систем управления по сбору и обработке информации, а также использования САУ для отдельно взятой скважины, то есть, нет регулирования работы технологического оборудования по каждой скважине согласно её возможностям нефтеотдачи [8]. Необходимо учитывать дебит скважины на данный момент и согласно его показателям, оптимизировать работу технологического оборудования.

Что касается месторождения с трудно извлекаемыми запасами нефти, то здесь необходимо учитывать тот факт, что при использовании штанговых насосов при уменьшении дебита скважины, увеличивается их износ, поэтому считается оптимальным использование маломощных насосных установок. При этом разрабатывается автоматизированная система управления добычей на отдельно взятой скважине и система управления скважинами на разрабатываемом месторождении, что позволит снизить отрицательное влияние несогласованной работы скважин на общий объем добываемой нефти, так как снизится износ оборудования и количество простоев [4, 9].

Так же необходимо установление АСУ ТП для диагностики технологического оборудования, позволяющей снизить экономические затраты на проведение регламентных мероприятий и требования к высокой квалификации работников (данные системы управления помогут особенно снизить экономические затраты при разработке труднодоступных месторождений).

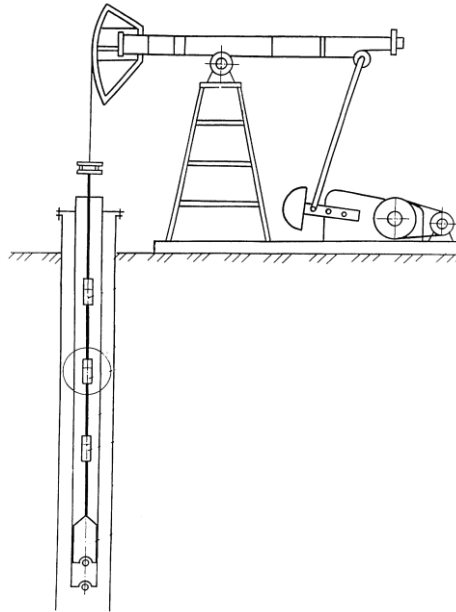


Рисунок 2. Штанговая скважинная насосная установка

С учетом климатических особенностей решения проблемы разработки труднодоступных месторождений могут стать «безлюдные технологии». Чтобы использование таких технологий было эффективным следует учитывать несколько условий: во-первых, такая технология для управления удаленными локальными системами, необходимыми для контроля за работой технологических объектов, во-вторых, важно учитывать стопроцентный информационный доступ к управлению работой любых технологических объектов даже в условиях нестабильной связи, поэтому следует учитывать необходимость резервных каналов передачи информации и специализированные протоколы телемеханики [11].

Современные технологии позволяют осуществлять управление объектами с удаленного доступа. В этом несомненно есть ряд важных преимуществ, но также такие условия управления увеличивают риск кибератак. Поэтому логично, что доверие опасных предприятий к таким технологиям низкий. Для улучшения ситуации по информационной безопасности автоматизированных систем предлагается использование

проактивных антивирусов, требующих регулярного обновления и сверяющих код запуска со списком разрешённых, и информирующих об потенциальной угрозе в случае несоответствия, и аудита информационной безопасности. Он оптимален для закрытых систем, которыми являются АСУ ТП и создаётся разработчиком данной автоматизированной системы, что позволяет учитывать все нюансы работы и архитектуры АСУ ТП [11].

Таким образом, на данный момент времени нефтяной промышленности необходимо провести комплекс мероприятий по разработке и внедрению более современных автоматизированных систем управления процессами добычи нефти.

Для управления процессом добычи нефти наиболее целесообразно использовать методы анализа и синтеза систем с распределенными параметрами. Это связано с тем, что месторождение нефти, по своей сути, является системой с распределенными параметрами [6]. Однако процесс анализа данного объекта, как системы с распределенными параметрами (СРП), осложняется тем, что с течением времени, при эксплуатации нефтяного пласта, изменяются его геометрические параметры. Это, в свою очередь, требует адаптации известных методик анализа и синтеза.

Основными формами представления распределенных объектов систем являются представление в виде дифференциальных уравнений в частных производных, представление в виде передаточных функций, представление в виде временных характеристик, представление в виде частотных характеристик. В распределенных системах имеются пространственные составляющие в виде сигнала входа и выхода, в этих системах к временным входным воздействиям необходимо добавить пространственную форму.

В направлении изучения распределенных систем имеются существенные достижения в области анализа и синтеза линейных распределенных систем управления, однако и остается много и проблем.

Для анализа и синтеза СРП используются следующие методы:

- 1) АКОР;
- 2) Параметрические;
- 3) Частотные методы;

Система основных уравнений АКОР представляет собой систему нелинейных интегро-дифференциальных уравнений в частных производных [7]. Сложность такой системы заключается, что при построении системы собственных вектор-функций линейного оператора, система сводится к бесконечной системе дифференциальных уравнений.

Параметрический анализ системы управления ставит своей целью определение необходимой и достаточной совокупности показателей, характеризующих все исследуемые свойства системы, и формирование зависимостей, характеризующих суммарный эффект от применения системы или ее элементов. Цель параметрического анализа - оценка эффективности системы управления на основе определения количественных значений ее показателей. Объектами исследования параметрического анализа являются частные и обобщенные показатели системы, образующие иерархическую структуру [2].

Частотный метод синтеза систем с распределенными параметрами [6] заключается в использовании частотных характеристик системы автоматического управления, выражающих установившуюся реакцию системы на входной гармонический сигнал для оценки динамических свойств системы. Выходной и входной сигналы связаны через комплексную передаточную функцию $x_2 = W(j\omega) \cdot x_1$, модуль которой выражает отношение амплитуд сигналов

$$M = \frac{A_2}{A_1},$$

а аргумент – фазовый сдвиг $\varphi(\omega)$ между x_1 и x_2 .

В процессе синтеза системы управления используются выбранные пространственные моды [6], а при разработке системы управления с распределенными параметрами исходят из конструктивных особенностей реализации входного воздействия на объект управления.

Список литературы:

1. Андреев Е. Б., Ключников А. И., Кротов А. В., Попадько Е. В., Шарова И. Я. Автоматизация технологических процессов добычи и подготовки нефти и газа: учебное пособие для вузов. – М.: Недра, 2008. – 399 с.
2. Бутковский А.Г. Методы управления системами с распределенными параметрами - Москва, Наука, 1975, 568с.
3. Горев С. М. Автоматизация производственных процессов нефтяной и газовой промышленности. Курс лекций. Ч. 1. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2003. – 121 с.
4. Исбир Ф. А. Автоматизация управления процессом добычи нефти на основе динамометрирования и нейросетевых технологий: дис. ... канд. техн. наук. – Уфа, 2006. – 189 с.
5. Мовсумзаде А. Э. Системы регистрации, контроля, автоматизации и управления нефтегазовым комплексом (нефтедобыча, нефтепереработка и нефтегазохимия): дис. д-ра техн. наук. – Уфа, 2005. – 471 с.
6. Першин И.М. Синтез систем с распределенными параметрами. – Пятигорск: Изд-во «РИО КМВ», 2002. - 212с.
7. Сиразетдинов Т.К. Оптимизация систем с распределенными параметрами. - М.: Наука, 1977. - 479 с.

8. Тагирова К. Ф. Автоматизация управления технологическим процессом добычи нефти из малодебитных скважин на основе динамических моделей: дис. д-ра техн. наук. – Новокузнецк, 2008. – 389 с.

9. Танеев А. Р. Управление процессом добычи нефти на основе математического моделирования: автореф. дис. канд. техн. наук. – Уфа, 2004. – 17 с.

10. Хафизов А. Р., Чеботарев В. В., Пестрецов Н. В. и др. Сбор, подготовка и хранение нефти. Технология и оборудование: уч. пособие. – 2002. – 533 с.

11. ControlEngineering Россия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.controlengrussia.com/otraslevye-resheniya/asu-tp-neftegazovoj-otrasli-v-nogu-so-vremenem/> (дата обращения 26.11.18)

12. НЕФТОК: портал о нефти [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://neftok.ru/dobycha-razvedka/avtomatizatsiya-neftedobychi.html> (дата обращения 25.11.18)