

АВТОМАТИЗАЦИЯ СИНТЕЗА СТРУКТУРЫ КОЛОНН НАСОСНО-КОМПРЕССОРНЫХ ТРУБ

В. В. Воскресенский

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Беларусь*

Научный руководитель Т. А. Трохова

Эксплуатационная скважина является основным важнейшим видом сооружений, а их совокупность представляет собой эксплуатационный фонд скважин, стоимость которого составляет до 75–80 % стоимости всего технического оснащения современного промысла. Нарушение целостности, работоспособности эксплуатационной скважины приводит к прекращению ее эксплуатации, к неизбежному уменьшению добычи нефти или газа, что делает необходимым выполнение так называемого капитального ремонта скважины – процесса длительного, трудоемкого и весьма дорогого; стоимость ремонта скважины часто соизмерима, а иногда и одинакова со стоимостью ее сооружения.

Для автоматизации синтеза структуры колонн насосно-компрессорных труб необходимо решить следующие задачи: выполнить анализ предметной области, разработать классификационную схему и информационно-логическую модель системы, разработать алгоритмы, позволяющие произвести расчет колонны на прочность, расчет пакеров, расчет оборудования для освоения скважин, выбор фонтанной арматуры, а также расчет фланцевых соединений и запорных устройств для фонтанной арматуры.

Авторами выделены два направления автоматизации. Первое направление – это автоматизация расчетов системы насосно-компрессорных труб на прочность, и расчет параметров оборудования, необходимого для эксплуатации нефтяной скважины, а именно параметры пакеров и параметры фонтанной арматуры, а также параметры

вспомогательного оборудования для арматуры. Второе направление – моделирование элементов эксплуатационной скважины: насосно-компрессорные трубы, пакеры и прочее оборудование для освоения скважин.

После тщательного изучения процесса эксплуатации подземного оборудования и анализа предметной области были разработаны требования к информационной и функциональной моделям данных. Например, для разработки системы насосно-компрессорных труб необходима база знаний, в которой содержатся базовые сведения об этих системах, их параметры и характеристики.

Информационная система на данный момент практически готова и находится на стадии доработки. Продуманы функциональная и информационная модели данных. Также реализованы алгоритмы расчетов системы насосно-компрессорных труб на прочность. Реализованы алгоритмы расчета параметров пакеров.

Расчеты, которые производит приложение, являются независимыми друг от друга, но результаты этих расчетов могут взаимодействовать между собой, например, для создания полного отчета о параметрах рассматриваемой нефтяной скважины.

Приложение представляет из себя калькулятор, производящий вышеописанные расчеты.

Ниже представлены копии экранов некоторых элементов разрабатываемого приложения. На рис. 1 представлена форма ввода исходных данных, таких как глубина скважины, внутренний диаметр обсадной колонны, интенсивность искривления ствола скважины и прочие, для проведения расчета на прочность.

Глубина скважины, м	3000
Внутренний диаметр обсадной колонны, мм	132
Интенсивность искривления ствола скважины, мм	450,2000 - 2/10
Давление на забое, Па	24500000
Давление на устье (буфере), Па	30000000
Давление пластовое, Па	28000000
Предполагаемый отбор жидкости, м ³ /сут.	70
Давление на устье при освоении, Па	10000000
Плотность газожидкостной смеси в скважине, кг/м ³	1000
Плотность жидкости, закачиваемой в скважину, кг/м ³	830
Длина колонны НКТ, м	2950
	<input type="button" value="Рассчитать"/>

Рис. 1. Исходные данные для расчета на прочность

На рис. 2 представлена таблица с результатами расчета на прочность, а именно секции насосно-компрессорных труб и их параметры, такие как длина и вес секции, наименование труб, которые будут использованы в секции, а также коэффициенты запаса прочности.

Номер секции	Наименование секции	Длина секции	Вес секции	Первый коэффициент	Второй коэффициент
1	73x5.5-Д ГОСТ	2202	208 (21.2)	1.36	1.54
2	В-73x5.5-К ГОСТ	748	72 (7.4)	1.54	1.57

Рис. 2. Результаты расчета на прочность

На рис. 3 представлена форма для ввода исходных данных, таких как перепад давления на пакере, модуль сдвига резины, радиусы резины и прочие, для проведения расчета параметров пакеров.

Перепад давления на пакере, МПа	25
Внешний диаметр трубы, мм	148
Внутренний диаметр трубы, мм	8
Модуль сдвига резины, МПа	6
Наружный радиус резины после деформации, мм	65
Внутренний радиус резины, МПа	30
Коп	1,03
СТ	1
Число плашек по радиусу, шт	4
Угол конуса плашки, град.	11
Диаметр хвостовика, мм	60
Высота плашки, мм	150
Длина хорды плашки в диаметральной сечении, мм	30
Стрела профиля плашки, мм	6
Рассчитать	

Рис. 3. Исходные данные для расчета параметров пакеров

На рис. 4 представлены результаты расчета параметров пакеров, который представляет из себя рассчитанные значения сил, которые действуют в определенных участках колонны насосно-компрессорных труб.

Наименьшая величина осевой силы Q составляет 3288 Н
 Наибольшая высота уплотнительного элемента h_{\max} составляет 0.18 м
 Оптимальная длина хода штока пакера S составляет 0.012 м
 Предельная осевая нагрузка $Q_{\text{пред}}$ составляет 3833 Н
 Конструкция пакера не требует модернизации, так как $Q_{\text{пред}}=3833 > Q=3288$

Рис. 4. Рассчитанные параметры пакеров

Приложение разрабатывалось с учетом возможности дальнейшего расширения, следовательно, была реализована возможность масштабирования приложения за счет создания гибкой архитектуры, позволяющей без особых временных затрат вносить изменения в приложения, а также исключая необходимость корректирования существующих модулей при добавлении новых. Еще одно достоинство реализованной архитектуры – это то, что приложение можно свободно портировать как веб-приложение (веб-сайт) без каких-либо изменений в структуре приложения. Также разрабатываемое приложение может похвастаться легкостью в работе, простотой интерфейса, а продуманная система сообщений укажет на ошибки пользователя с низким навыком работы с персональным компьютером.