

# АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЦЕМЕНТИРОВАНИЯ В АРМ «ГИДРОДИНАМИКА ЦЕМЕНТИРОВАНИЯ НЕФТЯНЫХ СКВАЖИН»

А. Г. Фарберов

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Т. А. Трохова

Необходимым элементом любой современной технологии проектирования строительства нефтяных скважин является компьютерная динамическая модель, которая позволяет проводить многовариантные расчеты для выбора оптимального способа строительства и моделирования процессов еще на стадии проектирования.

Основными требованиями, предъявляемыми к компьютерной модели различных стадий процесса строительства скважин, являются:

- адекватное отражение происходящих физических процессов;
- возможность моделирования крупных объектов (участков или скважины в целом);
- модульный принцип построения, позволяющий наращивать существующие модели дополнительными блоками и т. п.

Автоматизация процесса проектирования нефтяных скважин ведется в нескольких направлениях, основными из которых являются следующие:

- планирование работ по строительству скважин;
- проектирование отдельных этапов строительства скважин;
- оперативный контроль за этим строительством.

Раздел в проектировании строительства нефтяных скважин, для которого разрабатывается автоматизированное рабочее место (АРМ), называется «Гидродинамика цементирования нефтяных скважин».

Задача автоматизации расчетов и моделирования гидродинамических процессов в обсадной колонне и затрубном пространстве при цементировании нефтяных скважин является актуальной ввиду отсутствия ее достаточной проработки и реализации. Кроме того, такая автоматизация предоставляет следующие преимущества:

- сокращение времени проведения расчетов;
- повышение качества и точности расчетов;
- простота корректировки данных на любом этапе расчета;
- предоставление результатов и отчетов в удобной форме для пользователя и в формах, определенных стандартами и техническими кодексами, и, вместе с тем, минимизация затрат времени на ведение документации;
- динамическая визуальная демонстрация процесса выполнения строительных работ.

Функциональная модель АРМ включает следующие основные компоненты:

- расчет параметров цементирования;
- расчет количества и режимов работы цементосмесительных машин и цементировочных агрегатов;
- динамическое визуальное моделирование процесса цементирования обсадных колонн нефтяных скважин.

На основе функциональной модели сформирована структура АРМ, представленная несколькими взаимосвязанными блоками, каждый блок поддерживает свой режим работы. Основными блоками являются: блок ввода исходных данных; блок расчета параметров цементирования; блок расчета количества и режимов работы цементировочных агрегатов и цементосмесительных машин; блок расчета гидродинамики процесса цементирования; блок графического моделирования. Для обеспечения связей между блоками был разработан словарь входных-выходных параметров, куда вошли такие данные, как объем потребного цементного раствора, масса сухого цемента и объем воды для затворения раствора, объемы буферной и продавочной жидкостей и т. п.

Все эти параметры рассчитываются в первом блоке и используются далее.

Одним из основных элементов расчета является выбор режимов работы цементировочных агрегатов и цементосмесительных машин. Для каждого агрегата подбираются следующие параметры:

- тип агрегата;
- скорость работы на каждом этапе цементирования;
- производительность  $\text{м}^3/\text{мин}$  и пр.

Далее выстраивается последовательность работы машин, которая является основой для проведения гидродинамического расчета.

Процесс цементирования скважин осуществляется комплексом специального оборудования, которое расставляется в соответствии с заранее разработанной схемой. Существует достаточно большое количество стандартных наиболее распространенных и часто применяемых схем обвязки работающих агрегатов. Применение той или иной схемы обуславливается типом закачиваемого цементного раствора, его объемом, типом скважины, потребными скоростями работы и пр. Программа содержит как набор стандартных схем, так и поддерживает возможность для пользователя самостоятельно компоновать схемы из отдельных элементов и добавлять их в базу данных.

Основная задача гидродинамического расчета — построение графиков зависимости динамики продвижения нагнетаемых в скважину жидкостей в колонне и затрубном пространстве от времени.

В результате становится возможным определение момента времени, в который любой из видов жидкости и цемента будет находиться на определенной высоте в затрубном пространстве, а также высоту, на которую поднимаются цементный раствор и жидкости в момент закачки (прямая и обратная задачи).

Для удобства проведения расчетов пользователю предоставляются встроенные в АРМ справочники условно постоянной информации, содержащие полную информацию по наиболее распространенным и часто применяемым цементирующим агрегатам и цементосмесительным машинам, обсадным колоннам, оборудованию устья скважин, материалам и химическим реагентам для тампонажных растворов, буферным и прочим жидкостям с подробными их характеристиками для использования в качестве исходных данных.

Таким образом, АРМ «Гидродинамика цементирование нефтяных скважин» анализирует многоступенчатый процесс закачки жидкостей в скважину и является полезным и удобным инструментом для проектирования и планирования технологического процесса строительства нефтяных скважин, позволяет избежать многие проблемы, связанные с разрывом пласта и потерей циркуляции, снижением или полным отсутствием возврата раствора из скважины и т. п. А основной особенностью разрабатываемого АРМ является возможность оператора в завершении всех расчетов увидеть анимационную модель процесса цементирование с возможностью настройки этой модели и необходимыми элементами управления для отслеживания контрольных параметров (давление на различных глубинах), отображением положения фронтов всех жидкостей в процессе цементирование и масштабирования анимации во времени.

Практическое применение АРМ позволит не только выполнить проектный гидродинамический расчет, но и оперативно контролировать и сравнивать фактические и расчетные данные при цементировании скважин в реальном времени.