

## КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА НЕФТЯНЫХ СКВАЖИН

Т.А. Трохова, А.И. Юровицкая

Дан обзор двух автоматизированных компонент, названных, в силу традиций, автоматизированными рабочими местами (АРМ), относящихся к блоку инженерного проектирования строительства скважины.

Возрастающие требования к согласованному управлению нефтедобывающим производством приводят к необходимости создания мощных информационно-расчетных компьютерных комплексов с сетевой поддержкой, позволяющих автоматизировать процессы нефтедобычи по широкому спектру направлений. Создание и внедрение таких программных комплексов влечет за собой повышение эффективности работы специалистов в различных подразделениях предприятия, оптимальное принятие управленческих решений, а, следовательно, и повышение качества функционирования и конкурентоспособности нефтедобывающего предприятия в целом.

Основными составляющим автоматизированного комплекса задач управления нефтедобывающим предприятием являются следующие:

- блок планирования работ по строительству скважин;
- блок учета и контроля;
- блок управления;
- блок инженерного проектирования строительства скважины.

Каждое из направлений реализуется автоматизированными компонентами, названными, в силу традиций, автоматизированными рабочими местами (АРМ). В статье дается обзор нескольких АРМ, относящихся к блоку инженерного проектирования строительства скважины.

Автоматизированное рабочее место «Расчет обсадных колонн для нефтяных и газовых скважин» предназначен для реализации следующих основных функций:

- ввод исходных данных для расчета обсадной колонны;
- построение эпюр внешних и внутренних давлений и избыточных внешних и внутренних давлений по моментам времени;
- построение обобщенной эпюры;
- проектный расчет конструкции обсадной колонны;
- проверочный расчет конструкции обсадной колонны.

Основными компонентами АРМ являются: интерфейсный блок, расчетный блок, блок ведения нормативно-справочной информации, блок формирования отчетов, сервисный блок.

Расчетный блок функционирует в четырех основных режимах: режим выбора типа колонны, режим ввода исходных данных, режим построения эпюр и расчетный режим. Автоматизированный расчет ведется на основании инструкции по расчету обсадных колонн для нефтяных и газовых скважин [1].

В качестве исходной информации в АРМ используются данные о цементировании, испытании на герметичность, данные для расчета наружного и внутреннего давления, данные для выбора труб и резьбовых соединений. Ввод исходных данных необходимо осуществлять с учетом конкретных условий бурения: пластовых давлений, давления гидравлического разрыва пласта, давления на устье скважины и т.д.

В качестве результатов работы расчетного блока выступают такие параметры как:

- число секций;
- диаметр обсадной трубы для конкретной секции;
- толщина стенки обсадной трубы для конкретной секции;

группа прочности обсадной трубы для конкретной секции;  
 вес секции;  
 потребность в обсадных трубах на выбранные скважины.

Для сформированной конструкции обсадной колонны можно провести проверочный расчет, а также контроль полноты расчетов по типам колонн по скважине в сравнении с конструкцией скважины из геолого-технического наряда.

Работа АРМ в режиме построения эпюр завершается выводом эпюр давлений в графическом и табличном виде. Эпюры наружных, внутренних и избыточных давлений строятся для расчетных моментов времени в динамическом режиме, при изменении момента времени расчет проводится заново и изменяется вид полученных эпюр. На рис. 1 приведен вид интерфейсного окна системы при работе в режиме построения эпюр давлений.

Одним из главных режимов работы АРМ является режим расчета колонны, который проводится на основании данных, полученных при построении эпюр. При работе в этом режиме осуществляется выбор обсадных труб и резьбовых соединений для них с учетом геолого-технических условий бурения, выбранной конструкции и метода эксплуатации скважин.

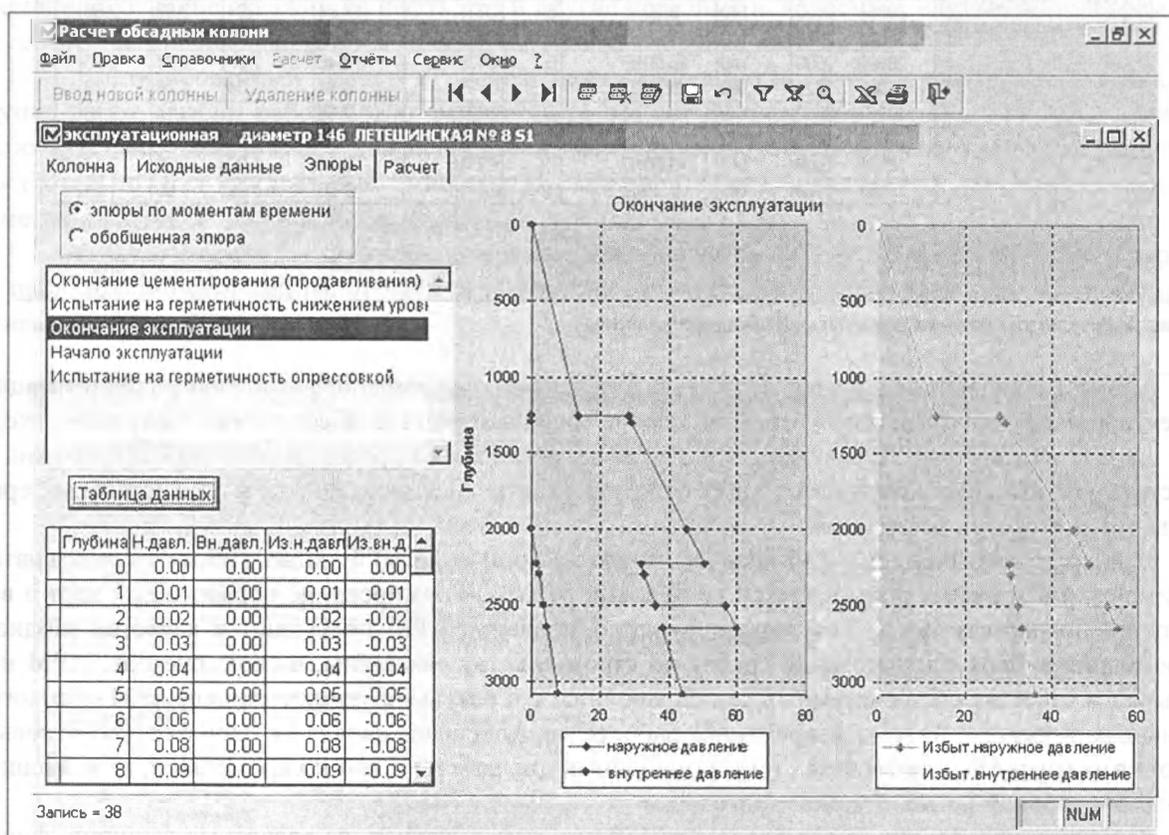


Рис. 1. Результаты расчетов в режиме «Эпюры»

Автоматизированный расчет обсадных колонн производится по максимальным значениям избыточных наружных и внутренних давлений, а также осевых нагрузок. Оптимальный подбор труб и резьбовых соединений осуществляется по иерархическому критерию, в котором учитываются, в первую очередь, сминающее давление, затем – избыточное внутреннее давление и растягивающие нагрузки, при которых достигается предел прочности.

На рис. 2 приведены результаты проектного и проверочного расчетов обсадных колонн. Проверочный расчет выполняется в том случае, если инженер-пользователь АРМ вносит корректировки в конструкцию обсадной колонны непосредственно в таблице проверочного расчета. В случае некорректных изменений в структуре и параметрах колонны об этом выдается сообщение после выполнения проверочного расчета.

Расчет обсадных колонн

Эксплуатационная диаметр 146 ЛЕТЕШИНСКАЯ № 8 51

Колонна Исходные данные Эпюры Расчет

Проектный расчет	Интервал спуска		Козф. внутр. давл.								
	От	До	Диаметр	Толщина	Гр. прочн.	Исп.	Резьб. соедин.	Козф. раст.	Козф. смят.	Низ	Верх
	3085	2663	140	9.20	Е	Б	ОТТГ	17.96	1.24	2.52	2.58
	2663	2650	140	9.20	Д	Б	ОТТГ	10.81	1.00	1.74	1.74
	2650	2500	140	10.50	Е	Б	ОТТГ	14.48	1.07	2.94	2.96
	2500	2225	140	9.20	Д	Б	ОТТГ	5.34	1.04	1.76	1.78
	2225	2000	140	9.20	Л	Б	ОТТГ	7.55	1.11	3.14	3.18
	2000	1853	140	9.20	Е	Б	ОТТМ	6.06	1.05	2.67	2.70
	1853	1529	140	10.50	Д	Б	ОТТМ	3.28	1.00	2.08	2.12
	1529	1150	140	9.20	Д	Б	ОТТМ	2.36	1.00	1.86	1.61
	1150	0	146	8.50	Д	Б	ОТТМ	1.47	2.29	1.42	1.80

Проверочный расчет	Интервал спуска		Козф. внутр. давл.								
	От	До	Диаметр	Толщина	Гр. прочн.	Исп.	Резьб. соедин.	Козф. раст.	Козф. смят.	Низ	Верх
	3085	2660	140	9.20	Е	Б	ОТТГ	17.84	1.24	2.52	2.58
	2660	2650	140	9.20	Д	Б	ОТТГ	10.81	1.00	1.74	1.74
	2650	2500	140	10.50	Е	Б	ОТТГ	14.48	1.07	2.94	2.96
	2500	2225	140	9.20	Д	Б	ОТТГ	5.34	1.04	1.76	1.78
	2225	2000	140	9.20	Л	Б	ОТТГ	7.55	1.11	3.14	3.18
	2000	1850	140	9.20	Е	Б	ОТТМ	6.04	1.05	2.67	2.70
	1850	1500	140	10.50	Д	Б	ОТТМ	3.22	1.00	2.08	2.13
	1500	1150	140	9.20	Д	Б	ОТТМ	2.36	1.02	1.86	1.61

Расчет окончательный (можно использовать для составления заявки на потребность обсадных труб)

Rv\_konstrproekt: Запись № 1

Рис. 2. Результаты расчета конструкции обсадной колонны

Автоматизированное рабочее место является частью программного комплекса автоматизации проектирования скважин, имеет общесистемное информационное обеспечение, получает исходные данные из таких АРМ, как «Геолого-технический наряд», «График совмещенных давлений и конструкция обсадных колонн» и т. д. Результаты работы АРМ передаются в подсистему материально-технического обеспечения.

Основным назначением АРМ «Расчет наряда на производство буровых работ» является автоматизированный расчет норм времени на буровые работы, формирование нормативных карт и ведомостей по расчету норм. Результаты функционирования АРМ поступают в качестве входной информации в блок планирования работ по строительству скважины, в свою очередь, АРМ использует в качестве общесистемных ряд справочников и результирующих данных АРМ «Геолого-технический наряд». Автоматизированное рабочее место «Расчет наряда на производство буровых работ» имеет удобный интерфейс, предназначенный для работы в нем пользователей, не имеющих профессиональной компьютерной подготовки.

Весь комплекс функций, выполняемых АРМ, можно разделить на расчетные функции, функции ведения нормативно-справочной информации, сервисные функции.

Функции расчета наряда на бурение реализованы двумя режимами: расчет нормативной карты и расчет креплений. При работе в режиме расчета крепления пользователю предоставляется возможность манипулирования данными, заданными на экранной форме в виде четырех функциональных таблиц: таблицы с конструкцией скважины; таблицы с перечнем работ по креплению; таблицы с набором операций, соответствующим каждому виду работ; таблицы с нормами времени по каждой операции в разрезе конкретной колонны.

Алгоритм работы пользователя в режиме расчета крепления достаточно многофункционален, выбор направления расчета зависит от конкретных условий задачи пользователя, решение которой может содержать как стандартные, так и творческие, плохо поддающиеся формализации, аспекты. К стандартным направлениям можно отнести расчет с помощью первоначального определения пе-

речня работ, автоматического выбора набора операций для каждого вида работ и задания обычно-го вида расчета. Обычный вид расчета предполагает последовательный расчет норм времени для каждой операции из составного перечня работ с возможностью внесения корректировок пользова-теля в этот перечень. Кроме обычного вида расчета при работе в данном режиме можно использо-вать ускоренный расчет, позволяющий произвести пакетную обработку всех операций на основа-нии данных, взятых из нормативно-справочных баз данных и АРМ «Геолого-технический наряд». Корректирующие действия при ускоренном расчете не выполняются.

При работе в режиме создания нормативной карты пользователю необходимо манипулиро-вать несколькими видами таблиц, содержащих следующую информацию:

- функциональную схему (дерево) выполняемых работ по каждой колонне;
- таблицу конструкции скважины;

постранично организованную таблицу с группами выполняемых работ, включающую, напри-мер, работы по проходке, вспомогательные работы, электрометрические работы и т.д.

При работе в этом режиме в качестве исходных данных вводятся: нормы времени механиче-ского бурения; границы нормативных пачек (интервалы одинаковой буримости); единые нормы времени на бурение скважин на нефть, газ и другие полезные ископаемые; единые нормы времени на геофизические исследования в скважинах, пробуренных на нефть и газ.

Автоматизированный расчет в данном режиме производится последовательно по каждой группе работ. Выбор работ может выполняться автоматически, если в список расчета должны включаться все работы или в диалоговом режиме, если пользователь определяет состав работ са-мостоятельно. Для каждого выбранного вида работ пользователь задает ряд дополнительных па-раметров, участвующих в непосредственных расчетах.

В результате проведенного расчета создается и выводится на экран нормативная карта наряда на производство буровых работ. Вид окна АРМ при работе в режиме расчета нормативной карты приведен на рис. 3.

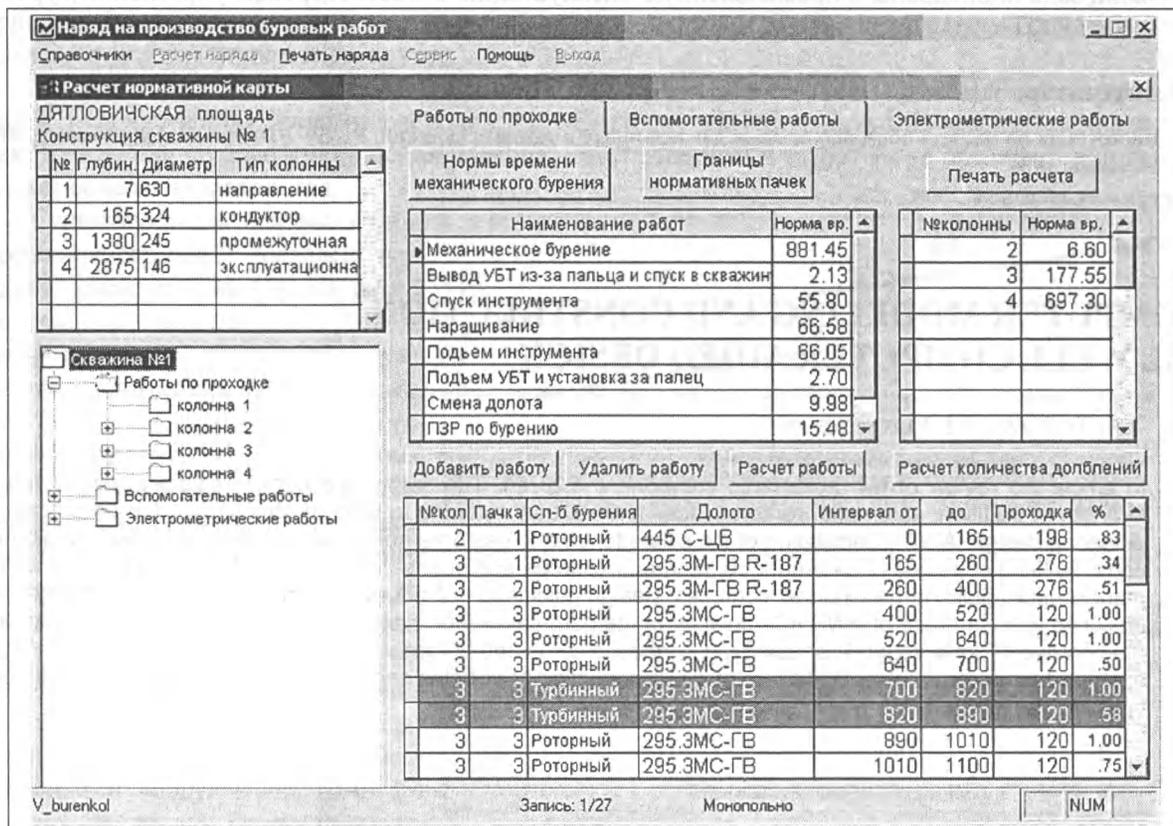


Рис. 3. Вид окна АРМ при работе с нормативной картой

При создании АРМ была проведена тщательная проработка методического материала по каждому виду работ по бурению скважин. В результате информационного анализ были выявлены, классифицированы и формализованы все входные параметры для полного перечня операций по видам работ, найдены взаимосвязи между исходными параметрами. Представление о многообразии и емкости исходной информации и алгоритмах ее обработки для каждой операции дает приведенное на рис. 4 окно АРМ, обеспечивающее работу с нормативно-справочной информацией.

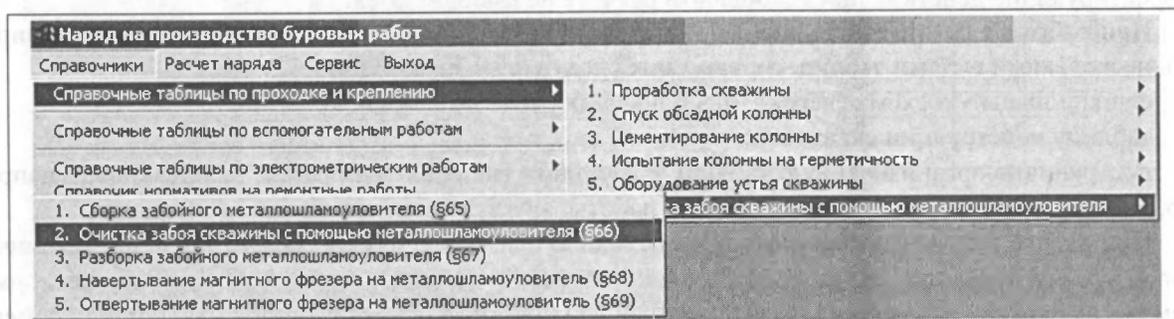


Рис. 4. Вид окна АРМ при работе с нормативно-справочной информацией

В качестве отчетных выходных форм АРМ предоставляет информацию следующего вида: отчет по расчету числа долблений, числа спускаемых и поднимаемых свечей, наращиваний; отчет по расчету времени электрометрических работ; отчет по расчету времени на крепление скважины; отчет по наряду на производство буровых работ.

- Автоматизированные рабочие места «Расчет наряда на производство буровых работ» и «Расчет обсадных колонн для нефтяных и газовых скважин» являются важной и неотъемлемой частью автоматизированной системы инженерного проектирования строительства скважин, задачи внедрены в промышленную эксплуатацию в Светлогорском управлении буровых работ РУП «Производственное объединение «Белоруснефть».

## 📖 Литература

1. Инструкция по расчету обсадных колонн для нефтяных и газовых скважин. РД 39-7/1-0001-89. – Куйбышев, ВНИ-ИТнефть, 1989.

Поступила 16 июля 2008 г.

## COMPUTER MODELING AND CONSTRUCTION OIL WELL COMPUTER AIDED DESIGN

T.A. Trohova, A.I. Yurovickaya

In article the review of two automated component is given. The automated components are named, on the strength of tradition, automatic workers places (AWP), they referring to block of the construction bore holes engineering design. AWP «Calculation of the pillars for oil and gas bore holes» automates the following main functions: building schemes of external and internal pressures and surplus external and internal pressures on moment of time; building generalised schemes; design calculation of pillars; checking calculation of designs pillars. The main purpose of AWP «Calculation of the garb calculation rates of time is automated on production of the bore work» for bore work, shaping the normative cards and bordereaus on calculation of the rates. AWP are an important part of automatic system of the construction bore holes engineering design, they are introduced in operation and maintenance phase.