

УДК 622.276

## **ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА «МиР ПиА» ДЛЯ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СИСТЕМ СЕПАРАЦИИ НЕФТИ**

***С.В. Иваняков, Д.А. Крючков***

Самарский государственный технический университет  
Россия, 443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244

E-mail: mahp@inbox.ru

***Аннотация.*** Рассматривается проблема проведения технологических расчетов систем сепарации нефти на промыслах. Предложено использование программного продукта «МиР ПиА» (Моделирование и расчет процессов и аппаратов) для математического моделирования систем сепарации нефти. Проведено сравнение точности расчетов, проведенных с помощью программного продукта «МиР ПиА», с точностью расчетов программных продуктов Aspen Technologies HYSYS и Invensys Process Systems PRO/II. Выявлено хорошее соответствие получаемых результатов расчетов с экспериментальными данными однократного разгазирования нефтей с различными газовыми факторами. Сделан вывод о целесообразности использования продукта «МиР ПиА» для моделирования систем сепарации нефти.

***Ключевые слова:*** система сепарации нефти, математическое моделирование, программный продукт «МиР ПиА».

Системы сепарации нефти представляют собой совокупность последовательно и параллельно соединенных газожидкостных сепараторов, давление и температура в которых непрерывно изменяются, что сопровождается фазовыми превращениями: разгазированием нефти, кристаллизацией парафинов, выпадением солей в сложных гидродинамических условиях и т.д. [1]. Технологические расчеты систем сепарации нефти отличаются нелинейностью и часто итерационностью. В силу этого широко используют различные программные продукты, позволяющие существенно сократить сроки проектирования, повысить прибыльность эксплуатации установок, улучшить качество получаемых продуктов, которые должны обладать высокой точностью описания параметров технологических процессов и позволять без значительных материальных и временных затрат производить исследования этих процессов.

К настоящему времени лидирующие позиции на рынке программных продуктов занимают продукты таких компаний, как Invensys Process Systems (PRO/II), Aspen Technologies (HYSYS), а также ряд других зарубежных и отечественных продуктов (CHEMCAD, GIBBS и др.).

Одной из новых российских систем, моделирующих технологические процессы подготовки нефти, нефтехимии и нефтепереработки, является программная платформа «МиР ПиА» [2].

---

*Сергей Викторович Иваняков (к.т.н.), доцент кафедры «Машины и оборудование нефтегазовых и химических производств».*

*Дмитрий Александрович Крючков (к.т.н.), доцент кафедры «Машины и оборудование нефтегазовых и химических производств».*

Платформа «МиР ПиА» создана на базе общепринятых методов математического моделирования оборудования и технологических установок и включает следующие модули:

- расчета теплофизических свойств индивидуальных компонентов, углеводородных фракций и их смесей;
- расчета фазовых равновесий многокомпонентных систем при различных условиях;
- моделирования различных тепломассообменных и гидромеханических аппаратов;
- объединения совокупности аппаратов в комплексную модель технологической установки для прогнозирования параметров работы оборудования и свойств технологических потоков;
- обработки результатов моделирования и генерации отчетов.

Сравнение точности расчетов с использованием программного продукта «МиР ПиА» с результатами, полученными программными продуктами HYSYS и PRO/II [3], показало, «МиР ПиА» обладает достаточной точностью расчетов.

В качестве примера в табл. 1 приведены результаты расчета ДНП и состава пара в равновесной системе «бензол – толуол» (50 % мол. / 50 % мол.) при температуре 30 °С.

Таблица 1

**Результаты расчета давления и состава пара в равновесной системе «бензол – толуол» (50 % мол. / 50 % мол.) при температуре 30 °С**

Параметр	Значения			
	Аналитический расчет	HYSYS	PRO/II	«МиР ПиА»
Температура, °С	30	30	30	30
ДНП, кгс/см <sup>2</sup>	0,100	0,110	0,106	0,112
Состав пара				
Бензол, % мол.	76,4	75,9	76,4	76,9
Толуол, % мол.	23,6	24,1	23,6	23,1

Сравнение результатов моделирования однократного разгазирования нефти различных месторождений и экспериментальных данных [4, 5] приведено на рис. 1, 2 и в табл. 2.

Моделирование проводилось в следующем порядке:

- для каждой нефти в качестве исходных данных задавались состав, температура и давление в пласте, соответствующие результатам экспериментов [4, 5];
- нефть приводилась к параметрам однократного разгазирования (атмосферное давление и температура 20 °С);
- для указанных значений температуры и давления определялись расход и состав паровой и жидкой фаз с помощью уравнения состояния Пенга – Робинсона газожидкостного равновесия.

С учетом небольшого расхождения между расчетными параметрами и результатами экспериментов возможно использование программного продукта «МиР ПиА» при математическом моделировании систем сепарации нефти (рис. 3).

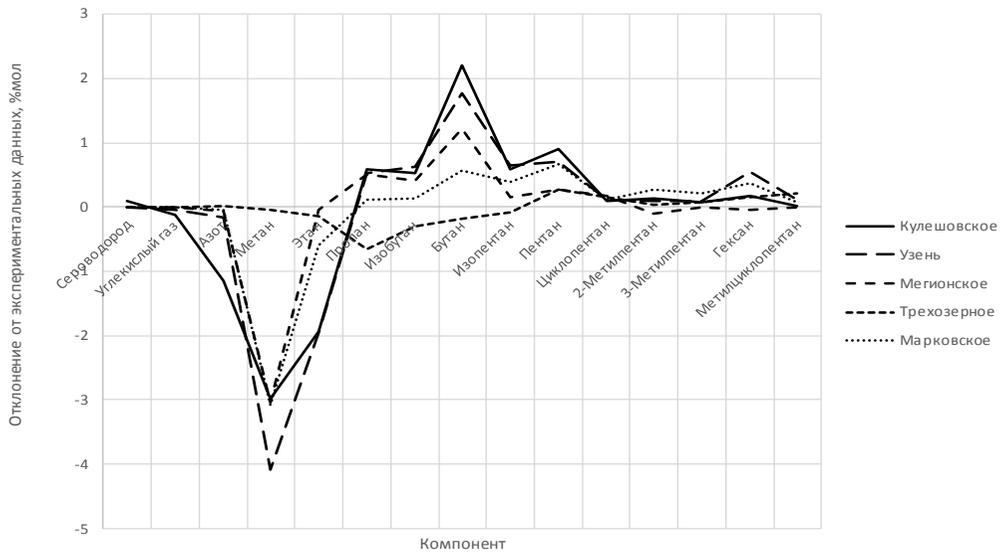


Рис. 1. Отклонения по количеству компонентов в газовом потоке при однократной сепарации нефтей различных месторождений

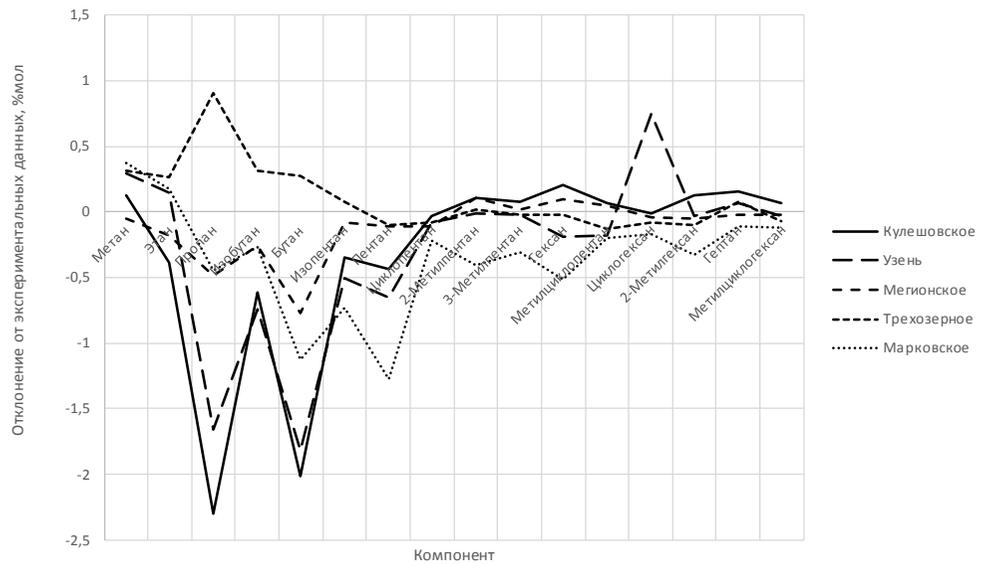


Рис. 2. Отклонения по количеству компонентов в потоке разгазированной нефти при однократной сепарации нефтей различных месторождений

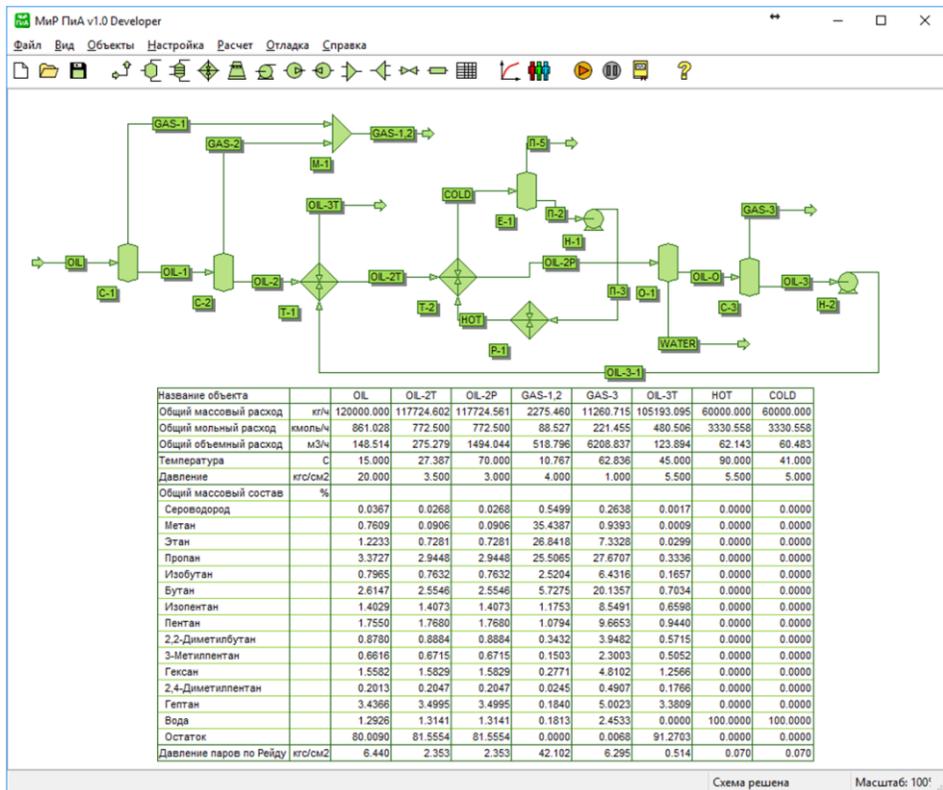


Рис. 3. Пример математической модели системы сепарации нефти

Таблица 2

**Сравнение экспериментальных данных и результатов моделирования при однократной сепарации нефтей некоторых месторождений**

Компонент	Месторождение							
	Кулешовское				Марковское			
	Газ		Нефть		Газ		Нефть	
	Э*	Р*	Э	Р	Э	Р	Э	Р
Сероводород	0,35	0,45	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
Углекислый газ	0,91	0,78	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
Азот	9,77	8,62	0,00	0,02	0,77	0,73	0,00	0,00
Метан	24,56	21,58	0,00	0,12	68,30	65,22	0,00	0,37
Этан	21,41	19,48	1,05	0,67	16,51	15,91	0,37	0,55
Пропан	23,67	24,26	5,42	3,12	7,44	7,55	1,42	0,98
Изобутан	3,69	4,22	2,01	1,39	1,56	1,70	0,83	0,56
Бутан	9,01	11,22	7,29	5,28	2,74	3,31	2,69	1,56
Изопентан	2,59	3,18	4,34	3,99	0,96	1,35	2,44	1,71
Пентан	2,31	3,21	5,86	5,42	0,91	1,58	3,96	2,69
Циклопентан	0,02	0,11	0,29	0,26	0,00	0,11	0,49	0,27

2-Метилпентан	0,60	0,74	2,89	2,99	0,31	0,58	2,79	2,38
3-Метилпентан	0,34	0,42	1,82	1,90	0,13	0,34	1,86	1,55
Гексан	0,60	0,77	4,22	4,43	0,28	0,65	4,31	3,79
Метилциклопентан	0,17	0,18	0,98	1,05	0,09	0,17	1,18	0,98
2,4-Диметилпентан	0,00	0,01	0,13	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00
Циклогексан	0,00	0,14	1,04	1,03	0,00	0,11	0,97	0,80
2-Метилгексан	0,00	0,32	4,09	4,21	0,00	0,31	4,44	4,11
Гептан	0,00	0,18	3,17	3,32	0,00	0,22	4,33	4,22
Метилциклогексан	0,00	0,11	1,81	1,88	0,00	0,13	2,29	2,17
Остаток	0,00	0,00	53,59	58,77	0,00	0,00	65,63	71,31

\* Э – экспериментальные данные [4, 5]; Р – расчетные параметры, полученные в «МиР ПиА».

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лутошкин Г.С. Сбор и подготовка нефти, газа и воды: Учебник для вузов. – М.: Альянс, 2005. – 319 с.
2. Кобылин С.Б., Крючков Д.А. Моделирование и расчет процессов и аппаратов (МиР ПиА). Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2015613176.
3. Ghasem N. Computer Methods in Chemical Engineering // Taylor & Francis Group, LLC. 2012. – 492 p.
4. Каспарьянц К.С. Проектирование обустройства нефтяных месторождений. – Самара: Самвен, 1994. – 412 с.
5. Физико-химические свойства и составы нефтей и газов. Руководящие материалы. – Куйбышев: Гипровостокнефть, 1974. – 238с.

*Статья поступила в редакцию 25 января 2018 г.*

## APPLICATION OF THE MIR PIA SOFTWARE FOR COMPUTER MODELING OF OIL SEPARATION SYSTEMS

**S. V. Ivanyakov, D. A. Kryuchkov**

Samara State Technical University  
244, Molodogvardeyskaya st., Samara, 443100, Russian Federation

E-mail: mahp@inbox.ru

**Abstract.** *The problem of carrying out technological calculations for oil separation systems in oil fields is considered. The use of the MiR PiA software for mathematical modeling of oil separation systems is proposed. Comparison of the calculation accuracy of the Mir PiA software with the software products Aspen Technologies HYSYS and Invensys Process Systems PRO/II is made. The correspondence of the obtained calculations to the experimental data of single degassing of oils with various gas factors is revealed.*

**Keywords:** *oil separation system, mathematical modeling, software product MiR PiA.*

---

*Sergey V. Ivanyakov (Ph.D. (Techn.)), Associate Professor.  
Dmitriy A. Kryuchkov (Ph.D. (Techn.)), Associate Professor.*