

В настоящее время в ряде государств успешно ведутся опытно-конструкторские работы по разработке новых и совершенствованию оборудования существующих ПМТ с учетом современных технологий и научных достижений.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ширшов, Г.М. Комкор Николай Мовчин / Г.М. Ширшов. – М.: Гралия С, 2006.
2. Полотнянко, Н.А. Служба горючего Советских Вооруженных Сил / Н.А. Полотнянко, Г.М. Ширшов, Е.В. Якушенко. – Ульяновск: типография УВВТУ, 1986.
3. 70 лет службе горючего и смазочных материалов Министерства обороны Республики Беларусь: справочно-информ. материалы / Мин-во обороны Респ. Беларусь. – Минск, 2006.
4. Технические средства тылового обеспечения: справочник / Мин-во обороны Рос. Федерации. – М.: Военное изд-во, 2003.
5. Долгих, В.В. Горючее – скрытая энергия боевых машин: 75-летию службы горючего и смазочных материалов / В.В. Долгих. – Минск: Зималетто, 2011.

**УДК 622.691.4**

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ РЕЖИМА ПЕРЕКАЧКИ ПО СЛОЖНОМУ НЕФТЕПРОВОДУ ПРИ ОТБОРЕ НЕФТИ**

**Р. А. Шестаков**

*Российский государственный университет нефти и газа им. И.М. Губкина,  
Москва, Россия*

Одной из главных задач проектирования и эксплуатации магистрального нефтепровода (МН) является обеспечение режима перекачки, параметрами которого являются [3]

$$\{Q, p, p_I, p_{II}\}, \quad (1)$$

где  $Q$  – расход МН;

$p_I$  и  $p_{II}$  – давление соответственно в начальном (I) и конечном (II) сечениях МН;

$p$  – давление по длине МН между сечениями I и II.

Контроль, определение возможных причин изменения и выхода численных значений параметров (1) за установленные пределы в процессе эксплуатации МН является непосредственной задачей расчета и парамет-

рической диагностики технологических режимов [1]. В [2] исследован процесс изменения технологического режима (1), вызванный одной из возможных причин – температурой окружающей среды. В данной работе исследуется другая возможная причина – отвод части транспортируемой нефти от основной нитки по подключенному ответвлению.

Также, согласно [3], при проектировании нового МН необходимо производить раскладку труб по толщине стенки, что приводит к появлению вставок на магистральном нефтепроводе. На практике часто возникают случаи, когда при ремонте участок трубы одного диаметра заменяют на участок не идентичного диаметра, а отличного от изначального, что также приводит к изменению параметров режима перекачки. Поэтому появляется необходимость исследования также влияния профиля трассы и наличия вставок на режим перекачки при отборе нефти из МН.

На рис. 1 представлена схема нефтепроводной системы с присоединенным в сечении П ответвлением (длиной  $L_0$ ) для отвода части нефти от основного нефтепровода (длиной  $L$ ) с учетом наличия вставки на основной нитке нефтепровода.

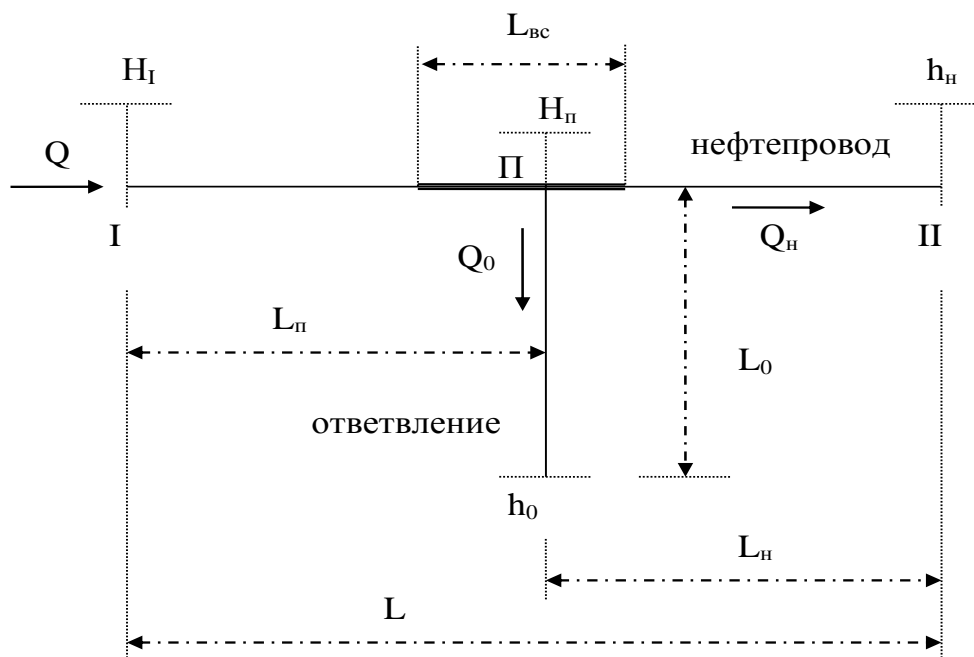


Рис. 1. Трубопроводная система с ответвлением для отвода части транспортируемой нефти от основного нефтепровода

Расчеты также выполнены на разработанном автором программном комплексе «Trans Губка» в соответствии с [3, 4]. На рис. 2 показано окно ввода исходных данных, на рис. 3 – окно ввода параметров вставок, на рис. 4 – окно результатов расчета.

"TRANS ГУБКА" Отвод магистрального нефтепро...

<b>Параметры среды</b> Плотность [кг/куб.м.] <input type="text" value="877"/> Вязкость [сСт] <input type="text" value="23"/>		<b>Параметры отвода</b> Внешний диаметр [мм] <input type="text" value="219"/> Толщина стенки [мм] <input type="text" value="7"/> Максимально допустимое напряжение для стали [МПа] <input type="text" value="309"/> Конечное давление [МПа] <input type="text" value="1"/> Длина отвода [км] <input type="text" value="0,7"/> Высотная отметка конца отвода [м] <input type="text" value="100"/> Координаты отвода [км] <input type="text" value="19"/> Абсолютная шероховатость [мм] <input type="text" value="0,03"/>	
<b>Параметры труб основной нитки</b> Внешний диаметр [мм] <input type="text" value="720"/> Толщина стенки [мм] <input type="text" value="10"/> Максимально допустимое напряжение для стали [МПа] <input type="text" value="309"/> Абсолютная шероховатость [мм] <input type="text" value="0,01"/>		<b>Параметры режима</b> Расход [куб.м./час] <input type="text" value="3500"/> Начальное давление [МПа] <input type="text" value="4"/>	

Переходы

Ok Отмена

Рис. 2. Окно ввода исходных данных в программном комплексе «Trans Губка»

Переходы с диаметра на диаметр

№ перехода	Координата [км]	Внешний диаметр [мм]	Толщина стенки [мм]	Шероховатость [мм]	Максимально допустимое напряжение для стали [МПа]
<input checked="" type="checkbox"/> №1	<input type="text" value="16"/>	<input type="text" value="630"/>	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="0,01"/>	<input type="text" value="239"/>
<input checked="" type="checkbox"/> №2	<input type="text" value="24"/>	<input type="text" value="720"/>	<input type="text" value="10"/>	<input type="text" value="0,01"/>	<input type="text" value="189"/>
<input type="checkbox"/> №3					
<input type="checkbox"/> №4					
<input type="checkbox"/> №5					
<input type="checkbox"/> №6					
<input type="checkbox"/> №7					
<input type="checkbox"/> №8					
<input type="checkbox"/> №9					
<input type="checkbox"/> №10					

Ok Отмена

Рис. 3. Окно ввода параметров вставок

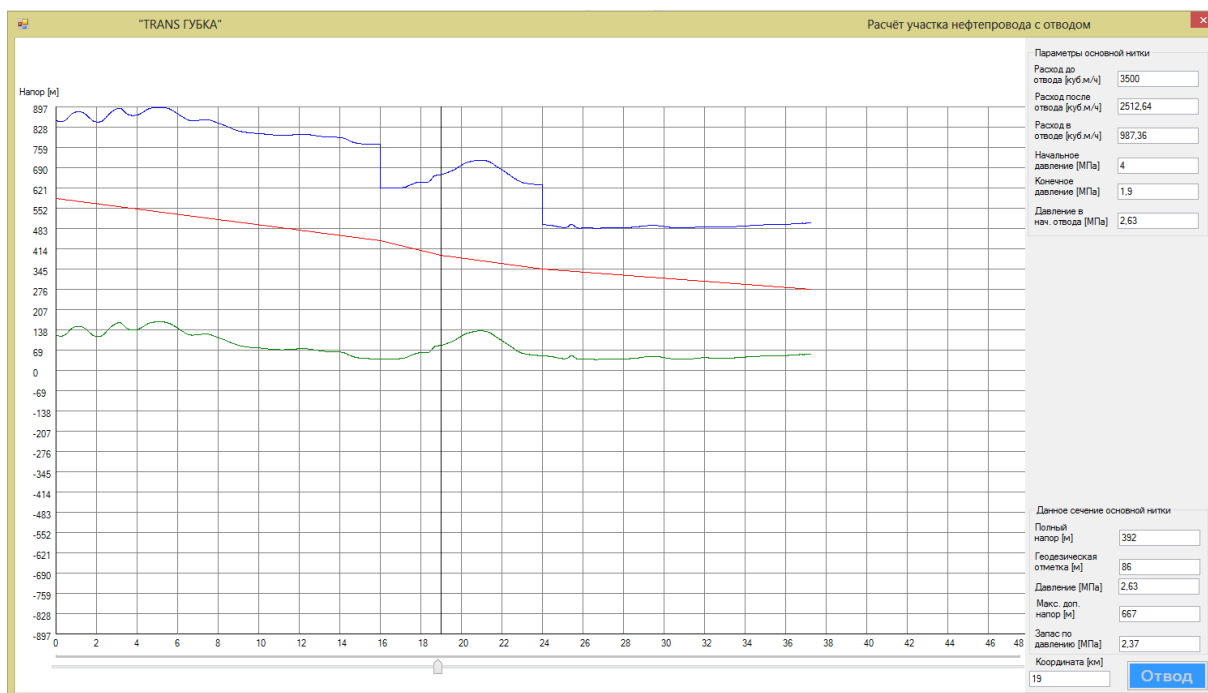


Рис. 4. Окно результатов расчета в программном комплексе «Trans Губка»

На рис. 4 красным цветом строится линия гидравлического уклона, синим – линия максимально-допустимых напоров, зеленым – сжатый профиль трассы МН. При помощи бегунка можно определить технологические параметры в любом сечении МН: они выводятся справа внизу, а основной набор параметров – справа вверху. Из рис. 4 видно, что при отборе части нефти у линии гидравлического уклона появляется излом в точке присоединения отводления (вертикальная прямая) и, следовательно, меняются значения параметров режима – расхода и напора – в конечном сечении II.

Как было показано в [5], давление в точке подключения отвода, когда профиль постоянен, будет только уменьшаться. Когда рассматривается влияние профиля с его холмами, низинами и т.п., давление в точке присоединения может уменьшаться, расти и даже быть постоянным. Это влечет за собой необходимость учета геодезических характеристик нефтепровода при проектировании отводов и тщательного анализа – в случае нелегальных врезок – возможных и наиболее удобных (по технологическим параметрам) для злоумышленников мест врезок с целью эффективного и в кратчайшие сроки их обнаружения и ликвидации.

Расчеты проведены без отвода нефти, без вставки и со вставкой различных диаметров. Результаты расчетов записаны в табл.

Из табл. следует вывод: количественные параметры как отбора нефти, так и режима перекачки по МН существенно зависят от наличия и координат расположения вставок по трассе МН.

Таблица 1

## Сводная таблица результатов

	Без отвода	Без вставки	Вставка Ø630x9[мм]	Вставка Ø820x10[мм]
$Q_0$ [м <sup>3</sup> /час]	0	1081,71	987,36	1142,79
$Q_H$ [м <sup>3</sup> /час]	3500	2418,29	2512,64	2357,21
$P_{II}$ [МПа]	2,83	2,83	2,69	2,95
$P_{II}$ [МПа]	1,68	2,35	1,9	2,58

На основе вышесказанного получаем следующие выводы:

- 1) параметры ответвления принципиально влияют на режим перекачки;
- 2) вставка и рельеф могут существенно изменить тенденцию изменения параметра режима перекачки  $pi_i$ ;
- 3) в технический паспорт участка магистрального нефтепровода должна вноситься своевременно и в полном объеме информация по изменению всех параметров участка магистрального нефтепровода;
- 4) координата присоединения ответвления принципиально влияет на параметры как отбора нефти, так и на параметры режима перекачки по магистральному трубопроводу.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Поляков, В.А. Основы технической диагностики: курс лекций / В.А. Поляков. – М.: ИНФРА-М, 2012. – 118 с.
2. Поляков, В.А. Изменение характера технологического режима трубопроводного транспорта высоковязкой нефти по длине нефтепровода / В.А. Поляков, Р.А. Шестаков // Тр. Рос. гос. ун-та нефти и газа им. И.М. Губкина. – 2013. – № 4 (273). – С. 79 – 83.
3. РД-23.040.00-КТН-110-07. Магистральные нефтепроводы. Нормы проектирования. – М: Транснефть, 2007.
4. РД-75.180.00-КТН-198-09. Унифицированные технологические расчеты объектов магистральных нефтепроводов и нефтепродуктопроводов. – М: Транснефть, 2009.
5. Поляков, В.А. Влияние ответвления на режим перекачки нефти по трубопроводу/ В.А. Поляков, Р.А. Шестаков // Тр. Рос. гос. ун-та нефти и газа им. И.М. Губкина. – 2014. – № 2. – С. 33 – 42.