

## **ВЛИЯНИЕ УПРОЧНЕНИЯ НА ХАРАКТЕРИСТИКУ ОБЪЕМНОГО РАСТЯЖЕНИЯ ЖИДКОСТИ**

*К.К. Лайко*

Приведены результаты сравнения характеристик «сила сопротивления жидкости / удлинение сильфона» при различных способах упрочнения рабочих жидкостей: кратковременного (до 24 ч), продолжительного (1500 ч) отстаивания и последовательного нагружения с промежуточным выпуском воздуха.

При исследовании объемной прочности по сильфонному методу, предполагающему увеличение замкнутого объема, в жидкости неизбежно возникают газовые (парогазовые) пузырьки и каверны, которые должны быть удалены после открытия запорного элемента [1–5]. После их выхода из замкнутого объема прочность жидкости повышается. Т.к. испытание 1-го образца жидкости должно проводиться в приемлемых временных пределах (нет возможности бесконечно долго ждать всплытия самых мелких пузырьков), были сопоставлены 3 режима нагружения (см. табл.).

Таблица

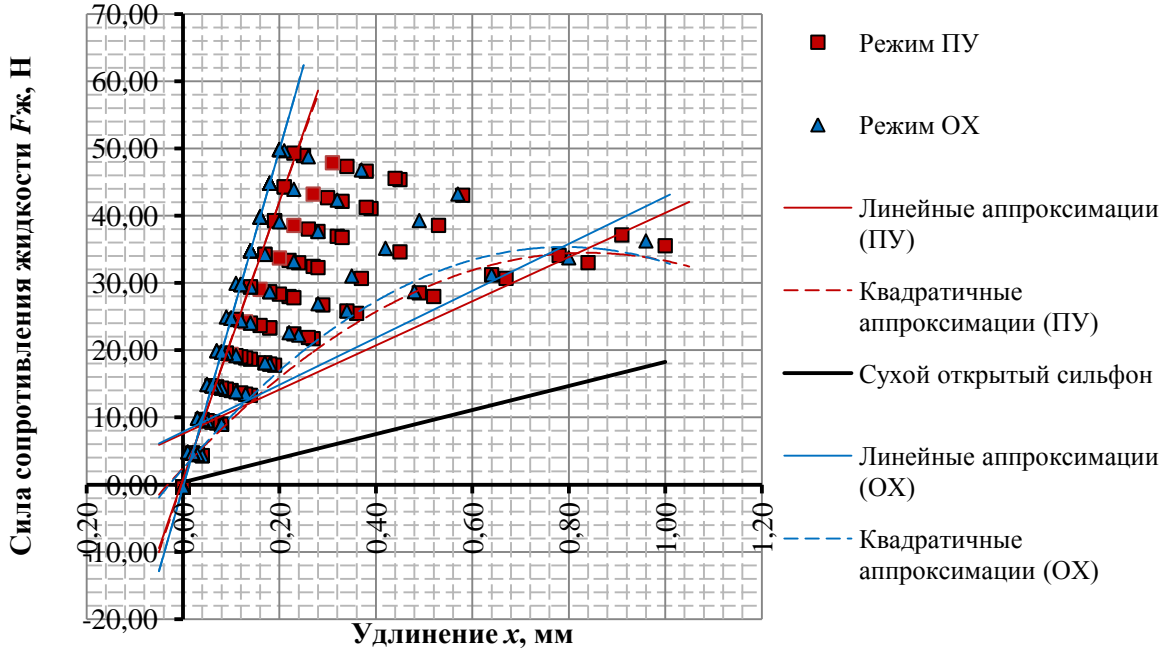
Режимы нагружения сифонного метода

Режим ПУ	Метод ОХ (24 ч)	Метод ОХ (1500 ч)
Заполнение объема	Заполнение объема	Заполнение объема
Закрытие объема	Закрытие объема	Закрытие объема
Малое нагружение	Малое нагружение	Малое нагружение
Достижение установленной нагрузки (50 Н)	Достижение установленной нагрузки (50 Н)	Достижение установленной нагрузки (50 Н)
Открытие объема	Открытие объема	Открытие объема
Отстаивание 5 мин	Отстаивание 5 мин	–
Снятие нагрузки	Снятие нагрузки	–
Закрытие объема	Закрытие объема	–
Критическое нагружение	Критическое нагружение	–
Достижение установленной нагрузки (250 Н)	Достижение установленной нагрузки (250 Н)	–
Открытие объема	Открытие объема	–
Снятие нагрузки	Снятие нагрузки	–
Отстаивание 15 мин.	–	–
–	Отстаивание 24 ч.	–
		Отстаивание 1500 ч
Повтор с п. 3 по п. 17 (9 раз)	Повтор с п. 3 по п. 18 (9 раз)	–

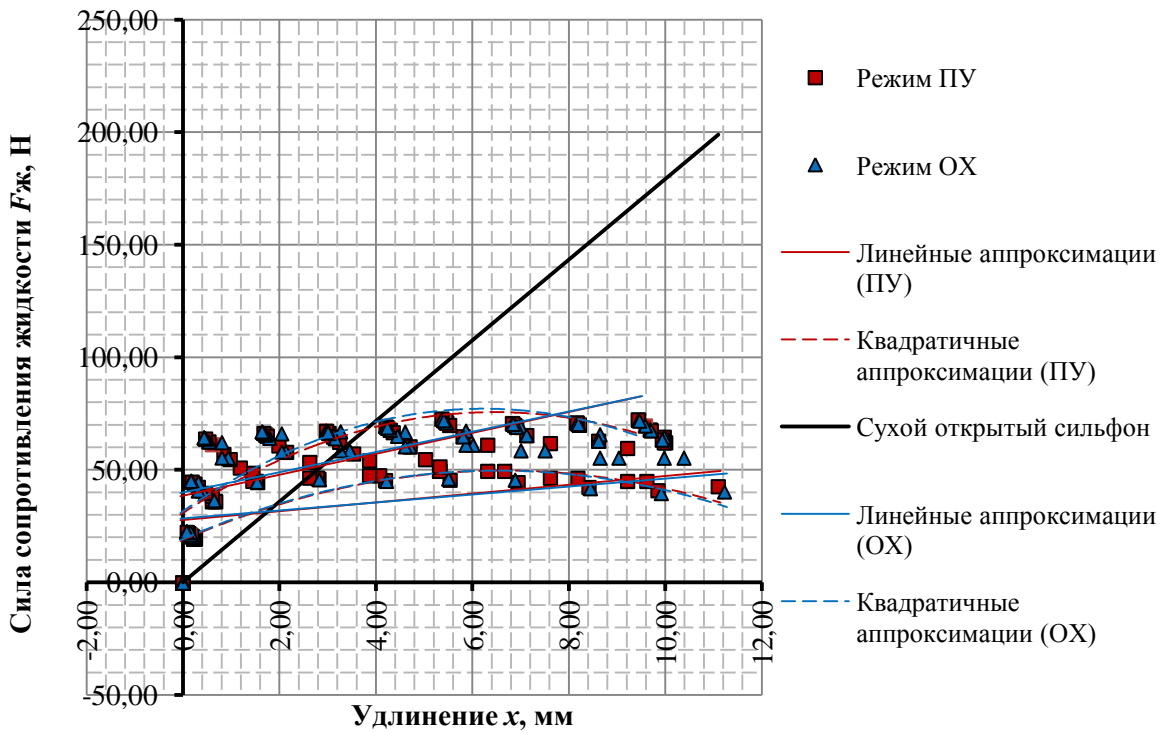
Сравнение полей характеристик «Сила сопротивления жидкости / удлинение сифона» для режимов ПУ и ОХ (24 ч) представлено на рис. 1 ( $25 \pm 1$  °С, масло моторное Teboil Super HPD SAE-10/40). Характеристики практически совпадают, что свидетельствует о нецелесообразности увеличения времени отстаивания между циклами нагружения для режима ПУ.

Несмотря на внешнее сходство характеристик, при режиме ОХ наблюдается практически абсолютная линейность характеристик малого нагружения. Коэффициент достоверности линейной аппроксимации находится в пределах 0,994...0,999 (для режима ПУ – в пределах 0,887...0,995).

Сравнение полей характеристик «Сила сопротивления жидкости / удлинение сифона» для малых нагружений режимов ПУ и ОХ (1500 ч) представлено на рис. 2 ( $25 \pm 2$  °С, масло моторное Teboil Super HPD SAE-10/40). При этом для режима ОХ приведены только первые две характеристики, а для режима ПУ – все десять. Очевидно, что столь длительное отстаивание даже после незначительного нагружения вызывает существенное упрочнение жидкости. Этот эффект связан со всплыванием из замкнутого объема даже мельчайших пузырьков радиуса порядка  $10^{-6} \dots 10^{-8}$  м (в зависимости от вязкости) [4–8]. Однако режим ОХ (1500 ч) при реальных испытаниях жидкости ввиду экономических соображений не осуществим.



а)



б)

Рис. 1. Сравнение влияния упрочнения режима ПУ и ОХ:  
а – поле характеристик малого нагружения,  
б – поле характеристик критического нагружения

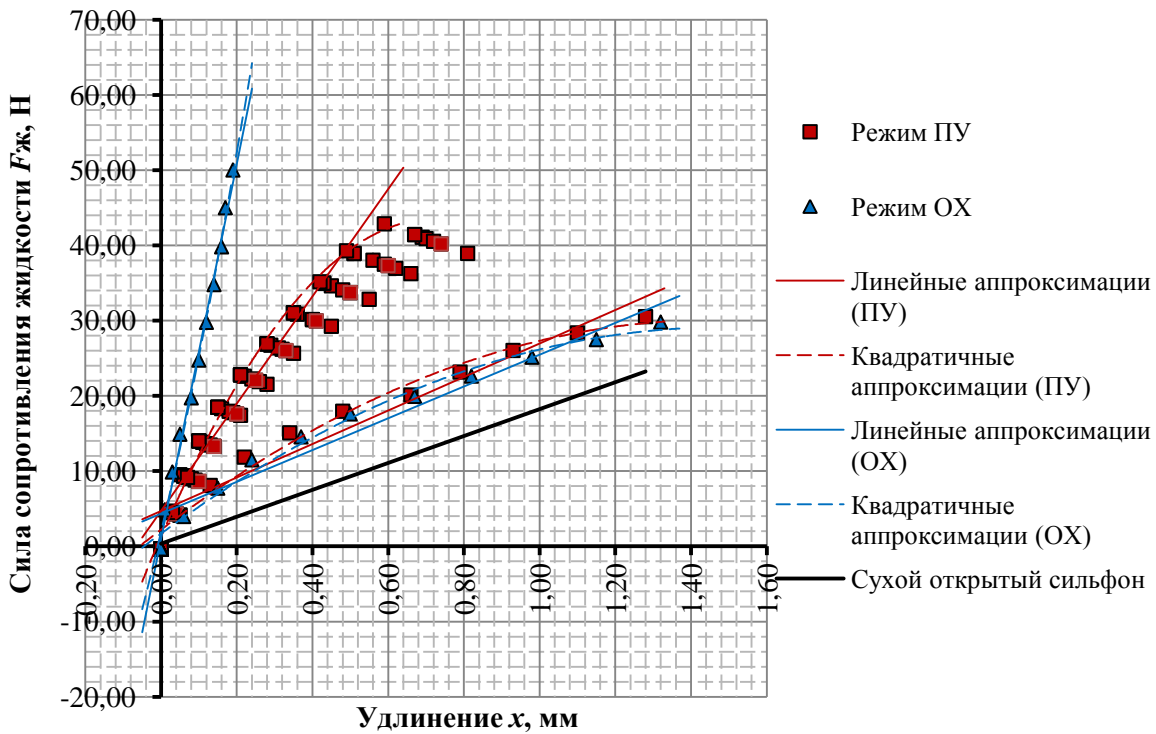


Рис. 2. Сравнение влияния упрочнения режима ПУ и ОХ при малом нагружении

Результаты исследований других авторов свидетельствуют, что наиболее сильное влияние на прочность жидкости оказывают несплошности радиусом порядка  $10^{-2} \dots 10^{-3}$  м (видимые невооруженным глазом) [4, 6–9], поэтому режим ПУ вполне применим при исследовании предельного состояния жидкости (состояния наименьшей прочности).

Исследования влияния упрочнения на характеристику объемного растяжения жидкости позволили сделать следующие выводы:

1. **Любой режим упрочнения увеличивает жесткость характеристики.** Коэффициент  $F_{ж}/x$  – угол наклона линейной аппроксимации при правильно поставленном эксперименте – всегда возрастает, также растут коэффициенты квадратичных аппроксимаций.

2. **Режим последовательного упрочнения (ПУ) увеличивает жесткость характеристик как при малом, так и при критическом нагружении.**

3. **Продолжительное отстаивание при режиме ОХ (1500 ч) после первого нагружения значительно увеличивает угол наклона характеристики растяжения жидкости, однако в реальной практике испытаний не может применяться из соображений экономической неэффективности.**

4. **Отстаивание при режиме ОХ (24 ч)** между нагружениями практически **не влияет** на характеристики растяжения жидкости и **не имеет преимуществ** перед методом ПУ (с 15-минутным отстаиванием между нагружениями).

#### Библиографический список

1. Барышев, В.И. Основы экспериментального определения прочности рабочих жидкостей / В.И. Барышев, К.К. Лайко // Вестник ЮУрГУ. Серия «Машиностроение». – 2013. – Т. 13, №2. – С. 105–112.

2. Барышев, В.И. Основы экспериментального определения прочности рабочих жидкостей / В.И. Барышев, К.К. Лайко // Вестник ПНИПУ. Серия «Аэрокосмическая техника». – 2013. – Т. 35. – С. 83–100.

3. Корнфельд, М. Упругость и прочность жидкостей / М. Корнфельд. – М., Л.: Гостехтеоретиздат, 1957. – 110 с.

4. Хейуорд, А. Отрицательные давления в жидкостях. Как их заставить служить человеку [Электронный ресурс] / А. Хейуорд // Успехи физических наук. – URL: [http://www.ebiblioteka.lt/resursai/Uzsienio%20leidiniai/Uspechi\\_Fiz\\_Nauk/1972/10/r7210e.pdf](http://www.ebiblioteka.lt/resursai/Uzsienio%20leidiniai/Uspechi_Fiz_Nauk/1972/10/r7210e.pdf).

5. Хохлов, В.А. Электрогидравлический следящий привод / В.А. Хохлов. – М.: Наука, 1964. – 230 с.

6. Виноградов, В.Е. Исследование вскипания перегретых и растянутых жидкостей [Электронный ресурс] / В.Е. Виноградов // Электронный архив УрФУ. – URL: <http://elar.usu.ru/bitstream/1234.56789/942/urgu0423s.pdf>.

7. Гегузин, Я.Е. Пузыри / Я.Е. Гегузин. – М.: Наука, 1985. – 180 с.

8. Пирсол, И. Кавитация / И. Пирсол; пер. с англ. Ю.Ф. Журавлева. – М.: Мир, 1975. – 98 с.

9. Рождественский, В.В. Кавитация / В.В. Рождественский. – Л.: Судостроение, 1977. – 248 с.

[К содержанию](#)