

*А.А. Ковалев, к.т.н., преподаватель, НУГЗУ,  
С.В. Васильев, к.т.н., доцент, НУГЗУ,  
В.С. Кропивницкий, нач. УкрНИИГЗ*

## УВЕЛИЧЕНИЕ МАНЕВРЕННОСТИ ПОЖАРНОГО КАТЕРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОЖАРНОГО НАСОСА КАК ЭЛЕМЕНТА ПОДРУЛИВАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ

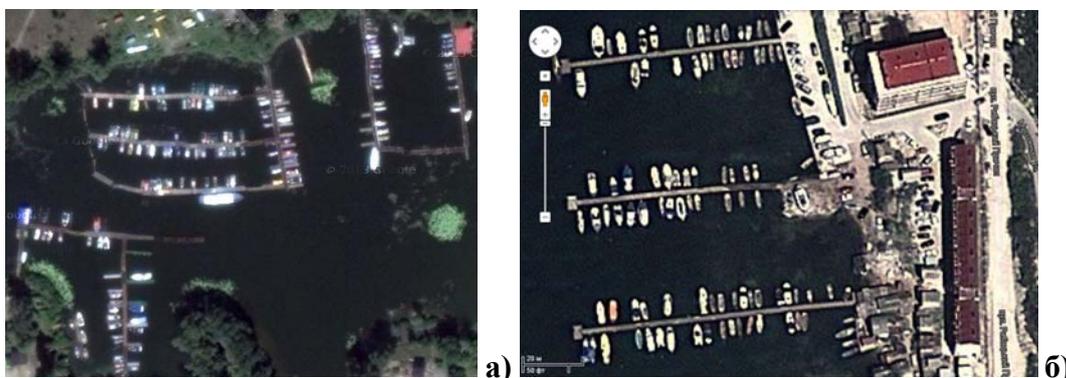
(представлено д-ром техн. наук Лариным А.Н)

Рассмотрена возможность повышения маневренности пожарного катера путем создания подруливающей системы водометного типа с использованием штатного пожарного насосного агрегата и развитием его водяных коммуникаций.

**Ключевые слова:** пожарный катер, маневренность, подруливающая система.

**Постановка проблемы.** Большинство населенных пунктов в Украине размещено вдоль водоемов, крупных и малых рек, а также у морского побережья. В прибрежных зонах живут сотни тысяч людей, размещены жилые строения и объекты инфраструктуры, организованы места стоянки и хранения водного транспорта. В данной ситуации особенно актуальными становятся вопросы обеспечения пожарной безопасности объектов водного транспорта и береговой линии. Также необходимо учесть ежегодное увеличение количества единиц частного водного транспорта и как следствие плотности его хранения.

На рис. 1 представлены аэрофотоснимки стоянок водного транспорта на территории Украины. Плотность хранения на данных стоянках в Украине в ближайшие годы будет увеличиваться, приближаясь к плотности хранения на зарубежных стоянках водного транспорта.



**Рис. 1.** Лодочные стоянки в г. Кременчуг (а) и г. Одесса (б)

На рис. 2 представлены аэрофотоснимки стоянок водного транспорта на территории США и Франции. При возникновении на данных

территориях аварийных ситуаций или пожаров добраться до них могут только специализированные пожарные катера [1]. На сегодняшний день отечественными и зарубежными судостроительными предприятиями производится пожарно-спасательные катера с различными вариантами планировки палубного пространства и схемой размещения комплекса специального оборудования и снаряжения. На рис. 3 представлены существующие модели пожарно-спасательных катеров, несущих дежурство на внутренних водных путях стран СНГ. Данные катера предназначены для проведения работ по пожаротушению и эвакуации пострадавших.

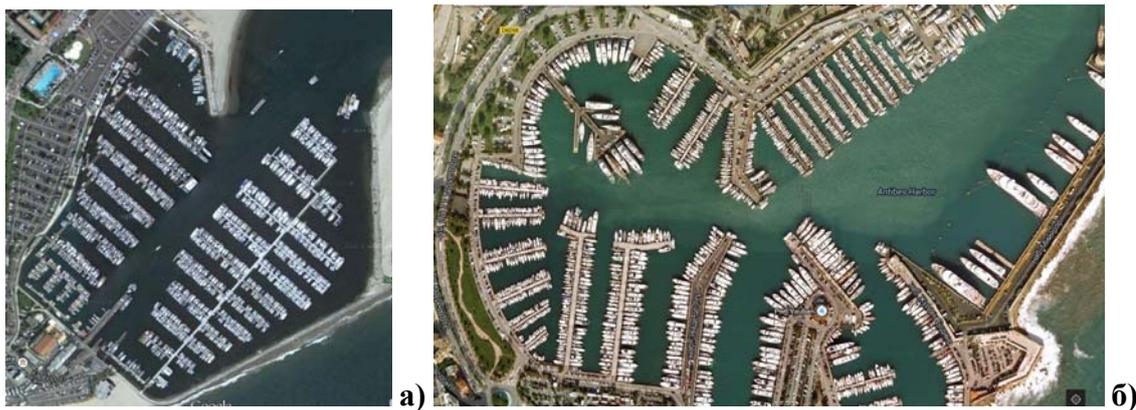


Рис. 2. Лодочные стоянки г. Санта-Барбара США (а), г. Антиб Франция (б)



Рис. 3. Пожарно-спасательные катера Украины

**Анализ последних достижений и публикаций.** Анализ существующих конструкций пожарных катеров показал, что данные катера оборудуются одним или несколькими высокопроизводительными (до 140 л/с) насосами, подающими воду в стационарные лафетные стволы или в рукавные линии. Насосы имеют привод от специальных или ходовых двигателей катера и устанавливаются ниже конструктивной ватерлинии, что обеспечивает быстрое заполнение насосов водой самотеком. Лафетные стволы, как правило, устанавливаются на носу, корме и надстройке и обеспечивают длину (вылет) струи до 100 м. На некоторых катерах имеются телескопические вышки и стрелы, так же оборудованные пожарными стволами. Водоизмещение речных пожар-

ных катеров от 7 до 25 т, при максимальной скорости до 45 узлов [2, 3].

Наиболее часто встречаемые схемы привода пожарных катеров: гребной винт – поворотные рули, гребной винт на ограничено поворотной гондоле, ограниченно поворотный водометный движитель.

**Постановка задачи и её решение.** Общим существенным недостатком всех рассмотренных пожарных катеров является отсутствие технических систем для проведения маневрирования, особенно на малых скоростях, что особенно актуально при подходе к месту оперативного использования в условиях чрезмерно загруженных акваторий, лодочных стоянок, малых рек с засоренными фарватерами, городских каналах и т.п. Поэтому актуальной научно-практической задачей является обоснование и разработка маневровой системы пожарного катера создающей подруливающие усилия.

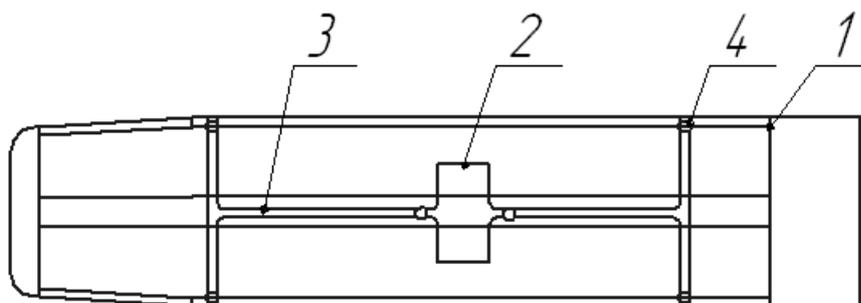
Подруливающие устройства, в виде дополнительных гребных винтов с вектором тяги перпендикулярном оси судна, на пожарных катерах не устанавливаются в связи с конструктивными требованиями к малой осадке и значительной стоимостью данных устройств.

Применение в конструкции пожарного катера электрических туннельных подруливающих устройств размещаемых в носовой и кормовой частях, позволит существенно повысить маневренность и управляемость пожарного катера без увеличения осадки. Основные характеристики подруливающей системы данного типа представлены в табл.1. Существенным недостатком электрических туннельных подруливающих устройств является их большая стоимость, сложность конструкции и технического обслуживания.

**Табл. 1. Электрические подруливающие устройства компании Craftsman Marine с упором двигателей в диапазоне от 35 кг до 170 кг, 12 или 24 вольт постоянного тока**

Спецификация подруливающих устройств	THRUSTER10012	THRUSTER15024
Упор (кгс)	100	150
Диаметр туннеля (мм)	250	250
Мощность электромотора (кВт)	6.5	6.5
Тип электромотора	12V DC	24V DC
Цена, грн.	41800	45700

Для создания подруливающих усилий, предлагается создать маневровую систему, использующую существующий пожарный насос и развитую трубопроводную арматуру вдоль бортов с установленными соплами, которые оборудованы управляемыми клапанами (например, с пневматической системой управления применяемой в пожарной охране). На рис.4 представлена принципиальная схема подруливающей системы для оборудования пожарного катера.



**Рис. 4.** Принципиальная схема подруливающей системы для оборудования пожарного катера: 1 – корпус пожарного катера; 2 – пожарный насос; 3 – трубопроводная арматура; 4 – управляемые клапана

Для обоснования действенности и достаточности предлагаемой системы проведём расчёт возможной тяги, создаваемой одним соплом, и соотнесём её с требованиями для судна с аналогичными габаритами что и базовый проект пожарного катера. Требуемая тяга подруливающей системы рассчитывается по следующему соотношению [2, 4]

$$P_{\text{ПОДР}}^{\text{ТР}} = f \cdot L \cdot T, \quad (1)$$

где  $f$  – эмпирический коэффициент (для судов повышенной маневренности 0,1 – 0,17 кН/м<sup>2</sup>);  $L$  – длина судна по ватерлинии;  $T$  – осадка судна.

Таким образом, для одного из типовых пожарных катеров (КС-110-39) [3] требуемая тяга подруливающего устройства составит

$$P_{\text{ПОДР}}^{\text{ТР}} = 0,17 \cdot 14 \cdot 0,45 = 1,07 \text{ кН}. \quad (2)$$

В свою очередь тяга [5], которая может быть создана за счёт пожарной насосной установки может быть определена из следующего соотношения

$$P = \frac{\eta \cdot S \cdot \rho \cdot V^2}{2}, \quad (3)$$

где  $\eta$  – коэффициент полезного действия (для водометного движителя 0,4 – 0,6);  $\rho$  – плотность рабочего тела кг/м<sup>3</sup>;  $S$  – площадь сопла м<sup>2</sup>;  $V$  – скорость истечения рабочего тела из сопла м/с.

Исходя из того, что в ГСЧС наиболее часто для характеристик насоса используются показатели подачи/давления, то формулу 3, для удобства использования, запишем в виде

$$P = \frac{\eta \cdot \rho \cdot Q^2}{2 \cdot S}, \quad (4)$$

где  $Q$  – расход рабочего тела из сопла  $\text{м}^3/\text{с}$ .

Зная необходимую тягу подруливающей системы, а также номинальную подачу насосной установки, можем рассчитать достаточную площадь сопла по формуле

$$S = \frac{\eta \cdot \rho \cdot Q^2}{2 \cdot P}; \quad (5)$$

$$S = \frac{0,5 \cdot 1000 \cdot 0,14^2}{2 \cdot 1070} = 0,0046 \text{ м}^2. \quad (6)$$

Таким образом, далее возможно определить диаметр сопла водометной подруливающей системы

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi}}; \quad (7)$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0046}{3,14}} = 0,0765 \text{ м}. \quad (8)$$

Полученный диаметр сопла в 76 мм является наибольшим из допустимых для обеспечения достаточной маневренности, с использованием предложенной подруливающей системы. Технически возможно размещение таких сопел в различных частях судна, однако наиболее эффективными будет размещение пары сопел на корме и носу пожарного катера.

Управление данной подруливающей системой предлагается осуществить изменением количества подачи жидкости на каждое сопло. Для этого возможно использовать пневмоуправляемые заслонки применяемых на противопожарной технике (например, АЦ-40(131)137).

**Выводы.** Для обеспечения достаточной маневренности пожарного катера, в качестве подруливающей системы, технически обосновано использование водометной установки с приводом от штатного пожарного насоса. Данное техническое решение является высокоэффективным, конструктивно простым и экономически оправданным по отношению к установке отдельных подруливающих систем. Конструктивно предложенная система может быть выполнено из применяемых в ГСЧС узлов, что в свою очередь, будет способствовать улучшению качества обслуживания и не потребует дополнительного обучения обслуживающего персонала.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гурович А.Н., Проектирование спасательных и пожарных судов /А.Н. Гурович А.А. Родионов – Л.: Судостроение, 1971. – 283 с.
2. Судовые устройства. Справочник. Под редакцией Александрова М.Н. Л. : Судостроение, 1987.
3. Борисов Н.Н., Пономарёв Н.А., Яковлев С.Г. Проектирование и техническая эксплуатация СВЭО. Н.Новгород: ВГАВТ, 1997.
4. Альбомы ОРФ – Л. ЦТКБ Минречфлота.
5. Технічна механіка рідинних пожежних струменів : Навч. посіб. / В.П. Ольшанський, В.М. Халипа . – Х : АЦЗУ, 2004.

О.О. Ковальов, С.В. Васильев, В.С. Кропивницький

### **Збільшення маневреності пожежного катера з використанням пожежного насоса як елемента підрулюючої системи**

Розглянуто можливість підвищення маневреності пожежного катера шляхом створення підрулюючої системи водометного типу з використанням штатного пожежного насосного агрегату та розвитком його водяних комунікацій.

**Ключові слова:** пожежний катер, маневреність, підрулююча система.

A.A. Kovalev, S.V. Vasiliev, V.S. Kropyvnytskyi

### **Enhanced maneuverability fire boats by using the fire pump as part of bow thrusters system**

The opportunity of improving the maneuverability of fire boats by creating a system of water-jet bow thrusters type using regular fire pump unit and the development of his water communications.

**Keywords:** fire boat, maneuverability, bow thrusters system.