

Ю.Г. Абросимов, Хоанг Зань Бинь (Россия, Вьетнам)
(Академия Государственной противопожарной службы МЧС России;
e-mail: info@academygps.ru)

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕЛЯ ПОЛИАКРИЛАМИДА ПРИ ПОДАЧЕ ВОДЫ ДЛЯ ПОЖАРОТУШЕНИЯ НА ОБЪЕКТАХ ЭНЕРГЕТИКИ

Аннотация. В статье приведены результаты экспериментального исследования влияния добавок геля на основе высокомолекулярного полиакриламида "Праестол 2515" на снижение гидравлического сопротивления при транспортировке воды по напорным пожарным рукавам. Обоснована возможность использования раствора геля в воде до трёх циклов прохождения через насос. Предложено учитывать потери напора в пожарном рукаве при подаче раствора введением постоянного коэффициента $k_s = 0,54$.

Ключевые слова: полиакриламид, гель, напорный пожарный рукав, условный диаметр, напор.

J.G. Abrosimov, Hoang Danh Binh (Russia, Vietnam)

EFFECTIVE USE OF POLYACRYLAMIDE GEL IN THE WATER SUPPLY FOR FIREFIGHTING ON OBJECTS OF ENERGY

Annotation. In the article the results of experimental research of influencing of gel additions are resulted on the basis of high gel polyacrylamide "Praestol 2515" on the decline of hydraulic resistance at transporting of water on the sleeves of fires of pressures. Possibility of the use of gel solution is grounded in water to three cycles of passing through a pump. Suggested to take into account the decline of losses of pressure in a pressure fire sleeve at the serve of solution introduction of permanent coefficient of $k_s = 0,54$.

Key words: polyacrylamide, gel, pressure the fire sleeve, conditional diameter, calculation diameter, pressure.

Сведения об авторах

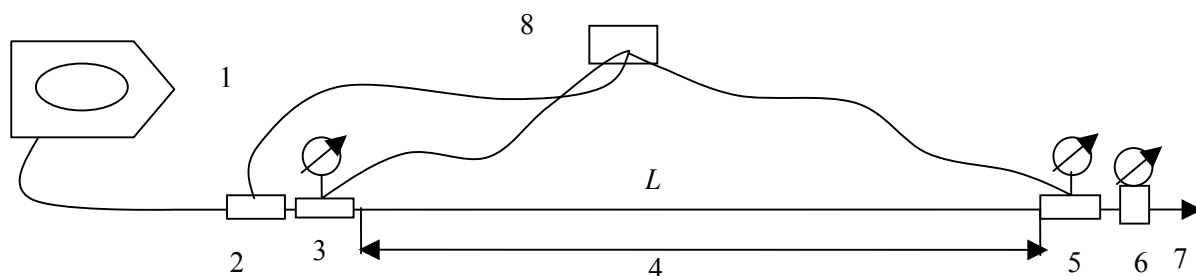
Абросимов Ю.Г.
кандидат технических наук, доцент
кафедра инженерной теплофизики и гидравлики
Академии ГПС МЧС России

Хоанг Зань Бинь
адъюнкт Академии ГПС МЧС России

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 2 марта 2010 г.

На объектах энергетики на стадии предварительной очистки воды рекомендуется использовать полиакриламид с торговой маркой "Праестол", представляющей собой эффективный и безвредный флокулянт [1]. В статье [2] обоснована целесообразность применения полимерных добавок для повышения эффективности пожаротушения. Полимерные добавки обладают также и другими полезными свойствами. При их введении в поток воды уменьшаются потери напора в рукавных линиях [3], повышается коэффициент полезного действия насосов, увеличивается радиус действия компактной части струи.

В данной статье приводятся результаты экспериментального исследования снижения гидравлического сопротивления (потерь напора, потерь давления) при введении в воду добавок геля "Праестол 2515" с оптимальной концентрацией [4] для напорных пожарных рукавов в диапазоне расходов и давлений, реализуемых при тушении пожаров на объектах энергетики. Технические допуски на изготовление пожарных рукавов обуславливают существенные изменения (до $\pm 20\%$) гидравлического сопротивления. Это определило необходимость проведения сравнительных испытаний на одном и том же рукаве сопротивления при течении воды и раствора в воде геля "Праестол 2515" с концентрацией в воде "Праестол 2515" $C = 0,07 \text{ кг/м}^3$. Эксперименты проводились по двум схемам: Первая схема – разомкнутая (рис. 1).



- | | |
|--|---|
| 1 – мотопомпа МП1600 или АЦ40ПУ; | 4 – напорный пожарный рукав; |
| 2 – вставка с расходомером; | 6 – контрольное измерение расхода и давления; |
| 3, 5 – вставки с датчиками давления и разности давлений; | 7 – пожарный ствол; |
| | 8 – регистратор РМТ 59 |

Рис. 1. Разомкнутая схема испытаний

Раствор однократно проходил через насос и опытный участок. Вторая схема – замкнутая (рис. 2). Раствор готовился в ёмкости, забирался насосом, проходил через опытный участок, сбрасывался в ту же емкость и

повторно проходил через насос и опытный участок. В работе использовалась АЦ40ПУ с баком 2 м^3 и измерительный комплекс [5], обеспечивающий одновременное измерение избыточного давления до и после испытуемого рукава, разности давлений (нижний предел $0\text{--}40\text{ кПа}$), объемного расхода, температуры потока с сохранением данных на электронном носителе информации и выводом на экран монитора показаний вторичного прибора.

Вода или раствор подавались пожарным насосом из цистерны и после прохождения через измерительные участки и испытуемый рукав по рукавной линии поступали обратно в цистерну. Использовалось дроссельное регулирование подачи насоса вентилем на разветвлении 7 и регулирование путем изменения числа оборотов насоса. Работа комплекса контролировалась по расходомеру и манометру 6, установленному после измерительной вставки 5, по показанию манометров на вставках 3 и 4 и показанию манометра на пожарном насосе 1.

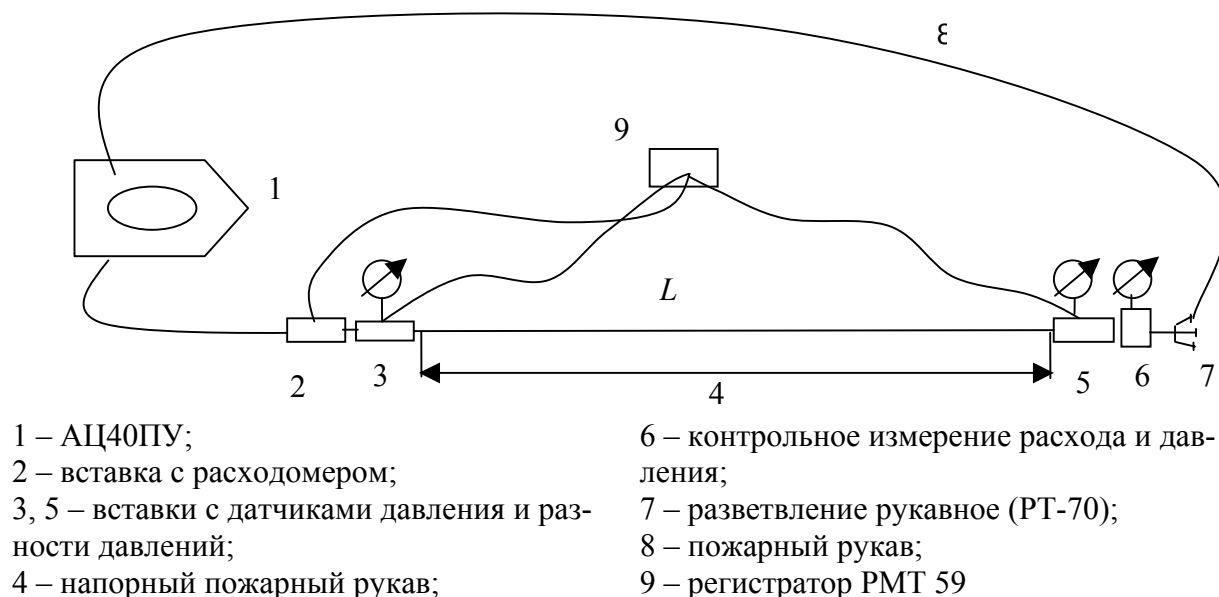


Рис. 2. Замкнутая схема испытаний

Во время опыта определялись длина рукава (l_p), наружный диаметр рукава ($d_{нар}$) и толщина стенки рукава (δ). Методика, приборы и точность измерения давления, перепада давления, расхода описаны в [5].

В опытах использовались латексные рукава производства фирмы ООО "ТМ-Сервис" с условным диаметром $d_{усл} = 51\text{ мм}$ и $d_{усл} = 66\text{ мм}$ и рукав с $d_{усл} = 51\text{ мм}$ производства китайской фирмы Qunsheng Groupco.

Результаты определения диаметра и длины рукавов приведены в табл. 1.

При практических расчётах потерь напора в рукавных линиях используют упрощенные формулы:

$$h = n S Q^2 \text{ или } h = A l Q^2,$$

где n – число рукавов в линии (стандартной длины 20 метров),

S – сопротивление одного рукава,

A – сопротивление единицы длины рукавной линии (удельное сопротивление),

h – потери напора,

Q – объёмный расход в линии.

Таблица 1

Опытные данные по определению диаметра и длины рукавов

Материал рукава	$d_{\text{усл}}$	P_1 , МПа	P_2 , МПа	$d_{\text{нар}}$, мм	δ , мм	$d_{\text{вн}}$, мм	$d_{\text{расч}}$, мм	l_p , м
Латексный производства фирмы ООО "ТМ-Сервис"	51	0,06	0,056	54,8	2	50,8	50,9	19
		0,216	0,205	54,9		50,9		
		0,405	0,385	54,9		50,9		
		0,62	0,56	55		51		
Латексный производства фирмы ООО "ТМ-Сервис"	66	0,18	0,172	68,9	2,1	64,7	64,8	19,7
		0,593	0,556	69,1		64,9		
		0,320	0,360	69		64,0		
Латексный производства фирмы Qunsheng Groupco. (Китай)	51	0,27	0,21	53,9	1,9	50,1	50,2	18,6
		0,37	0,29	54,0		50,2		
		0,65	0,63	54,1		50,3		

На рис. 3-10 приведены опытные данные в координатах $S - Q$ и $A - Q$.

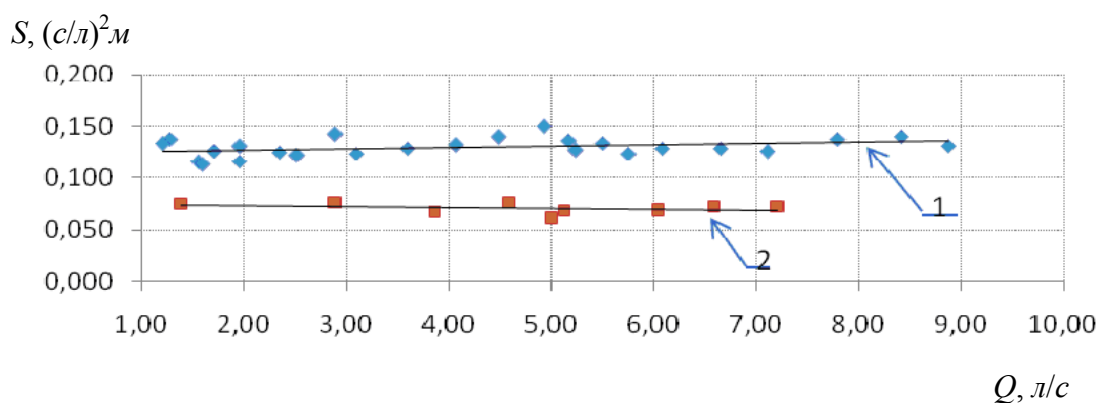


Рис. 3. Зависимости $S = f(Q)$ для латексных рукавов

$d_{\text{усл}} = 51 \text{ мм}$; $d_{\text{расч}} = 50,9 \text{ мм}$; длина рукава 19,0 м:

1 – подача воды мотопомпой МП1600 и АЦ40ПУ; 2 – подача раствора геля

"Праестол 2515" с концентрацией $0,07 \text{ кг/м}^3$ АЦ40ПУ; разомкнутая схема испытаний

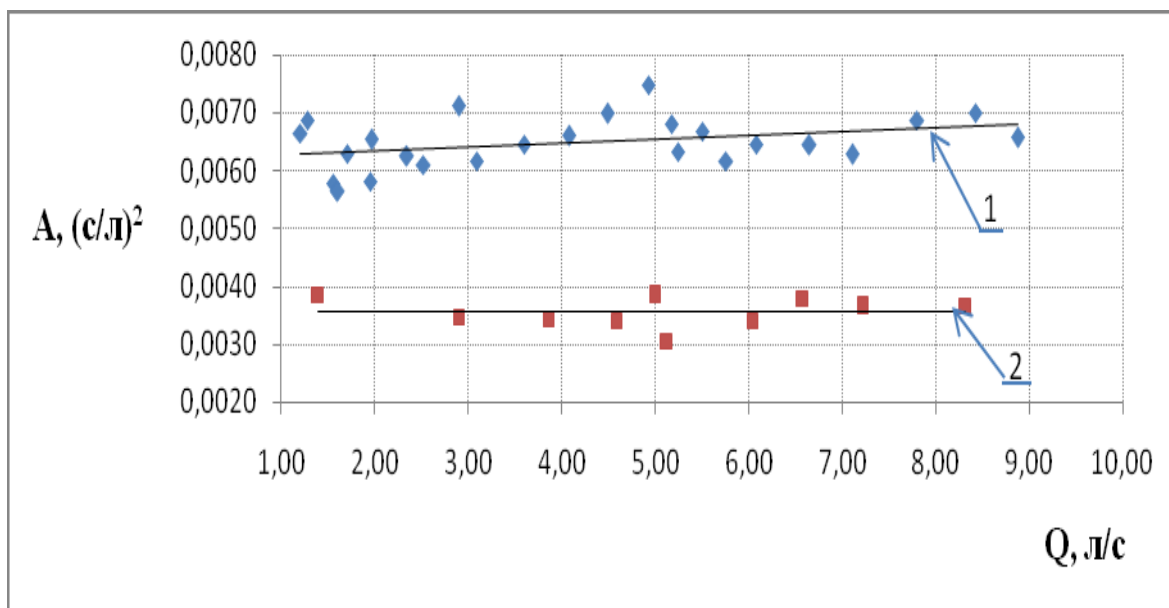


Рис. 4. Зависимости $A = f(Q)$ для латексных рукавов
 $d_{\text{усл}} = 51 \text{ мм}$; $d_{\text{расч}} = 50,9 \text{ мм}$; длина рукава 19,0 м:
 1 – подача воды мотопомпой МП1600 и АЦ40ПУ; 2 – подача раствора геля
 "Праестол 2515" с концентрацией $0,07 \text{ кг/м}^3$ АЦ40ПУ; разомкнутая схема испытаний

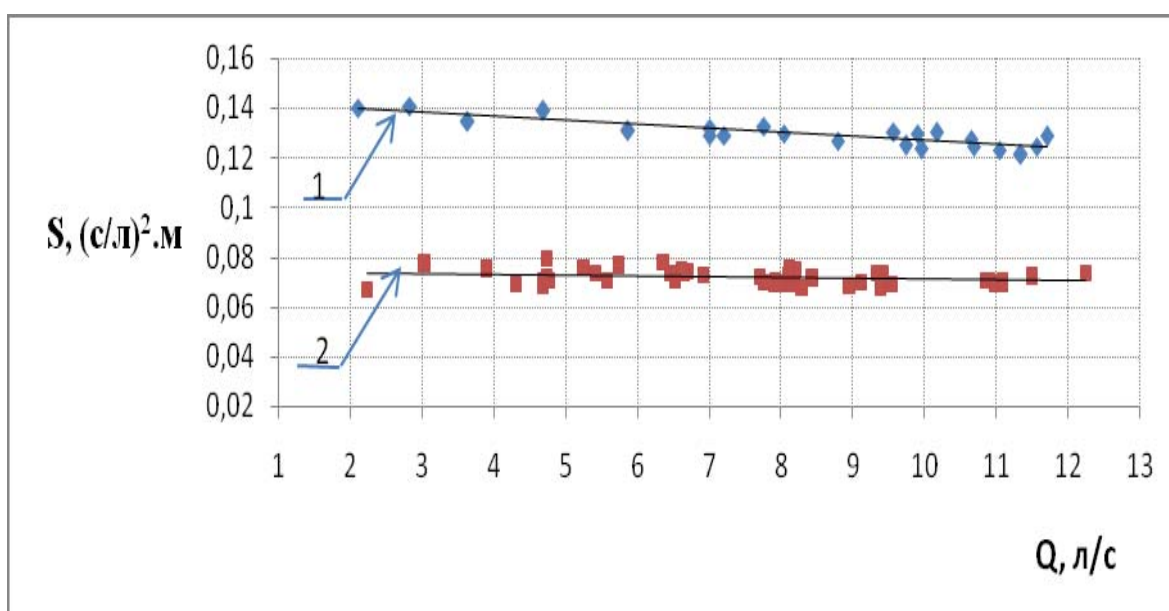


Рис. 5. Зависимости $S = f(Q)$ для латексных рукавов
 $d_{\text{усл}} = 51 \text{ мм}$; $d_{\text{расч}} = 50,9 \text{ мм}$; длина рукава 19,0 м:
 1 – подача воды АЦ40ПУ; 2 – подача раствора геля "Праестол 2515"
 с концентрацией $0,07 \text{ кг/м}^3$ АЦ40ПУ; замкнутая схема испытаний

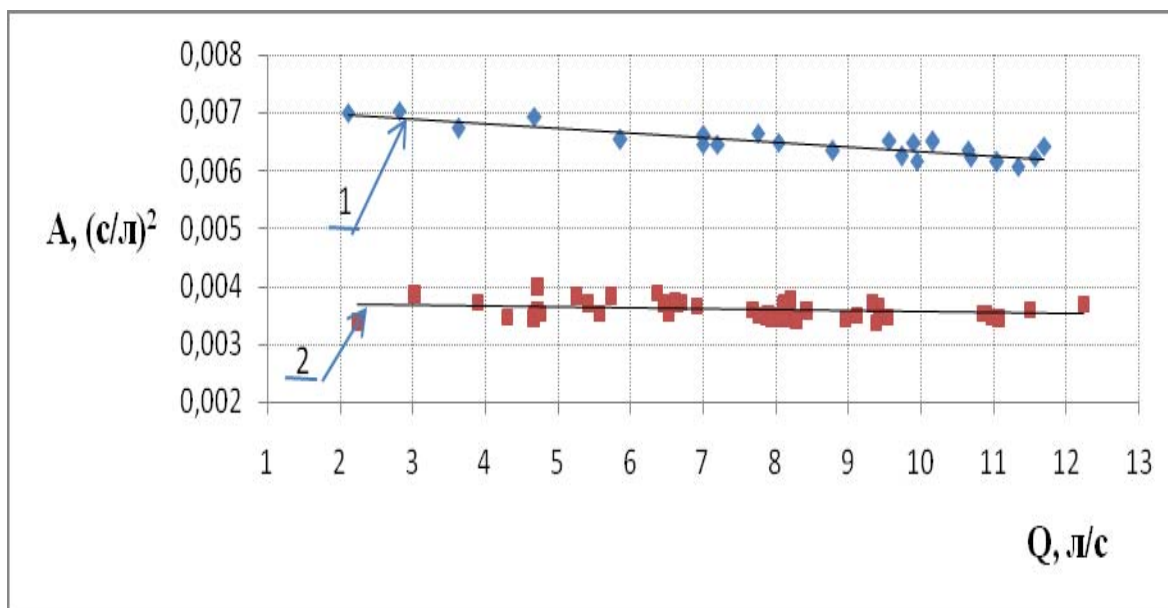


Рис. 6. Зависимости $A = f(Q)$ для латексных рукавов
 $d_{\text{усл}} = 51 \text{ мм}$; $d_{\text{расч}} = 50,9 \text{ мм}$; длина рукава 19,0 м:
 1 – подача воды АЦ40ПУ; 2 – подача раствора геля "Праестол 2515"
 с концентрацией $0,07 \text{ кг/м}^3$ АЦ40ПУ; замкнутая схема испытаний

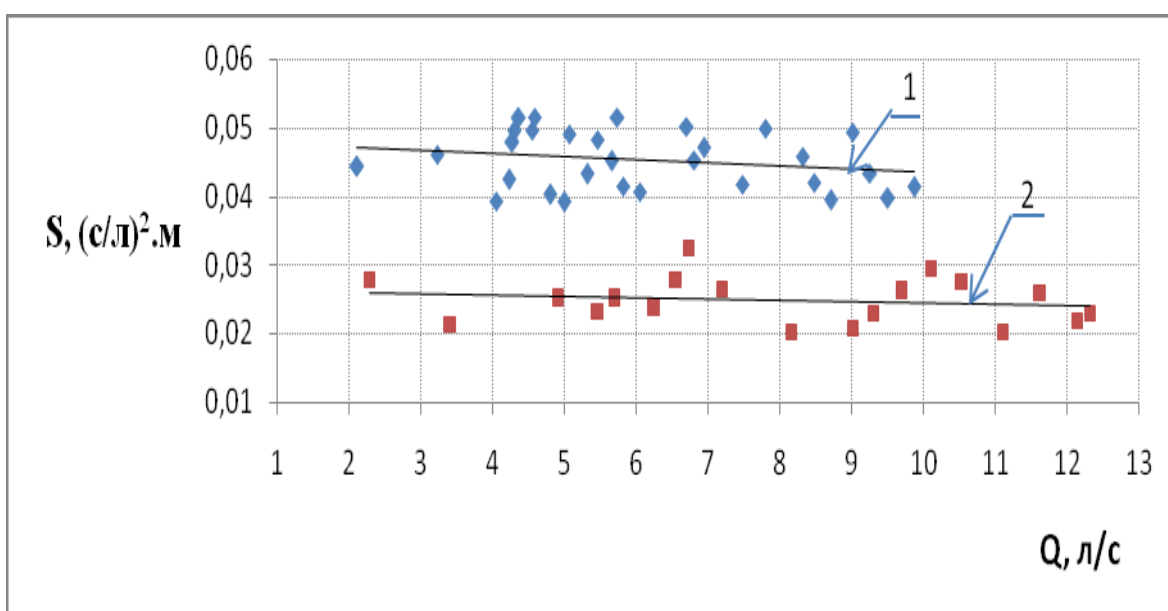


Рис. 7. Зависимости $S = f(Q)$ для латексных рукавов
 $d_{\text{усл}} = 66 \text{ мм}$; $d_{\text{расч}} = 64,8 \text{ мм}$; длина рукава 19,7 м:
 1 – подача воды АЦ40ПУ; 2 – подача раствора геля "Праестол 2515"
 с концентрацией $0,07 \text{ кг/м}^3$ АЦ40ПУ; замкнутая схема испытаний

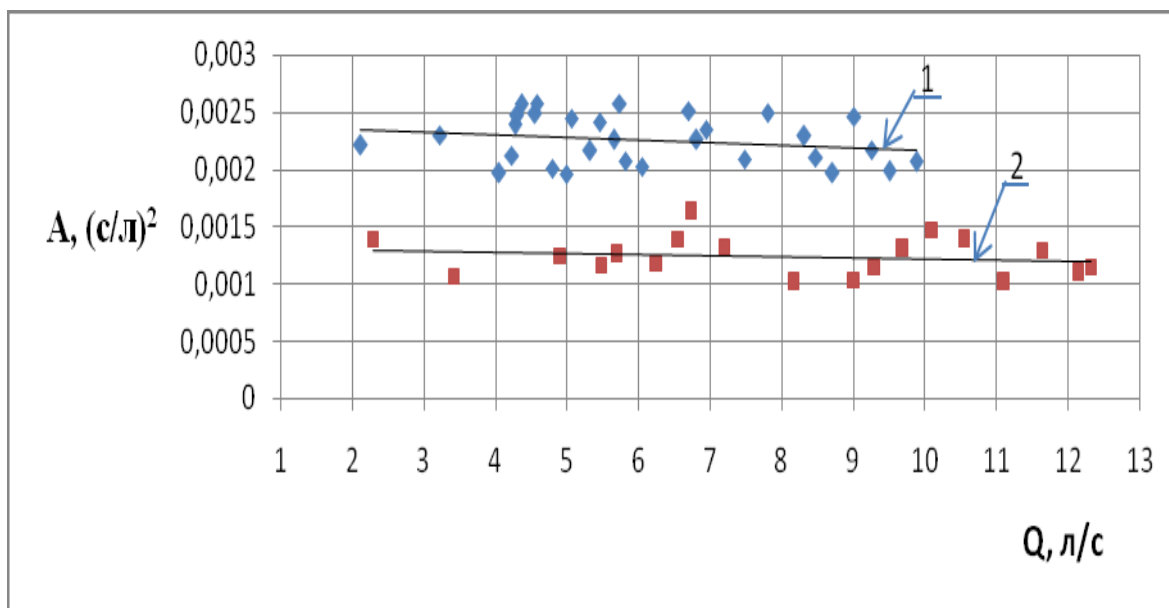


Рис. 8. Зависимости $A = f(Q)$ для латексных рукавов
 $d_{\text{усл}} = 66 \text{ мм}$; $d_{\text{расч}} = 64,8 \text{ мм}$; длина рукава 19,7 м:
 1 – подача воды АЦ40ПУ; 2 – подача раствора геля "Праестол 2515"
 с концентрацией $0,07 \text{ кг/м}^3$ АЦ40ПУ; замкнутая схема испытаний

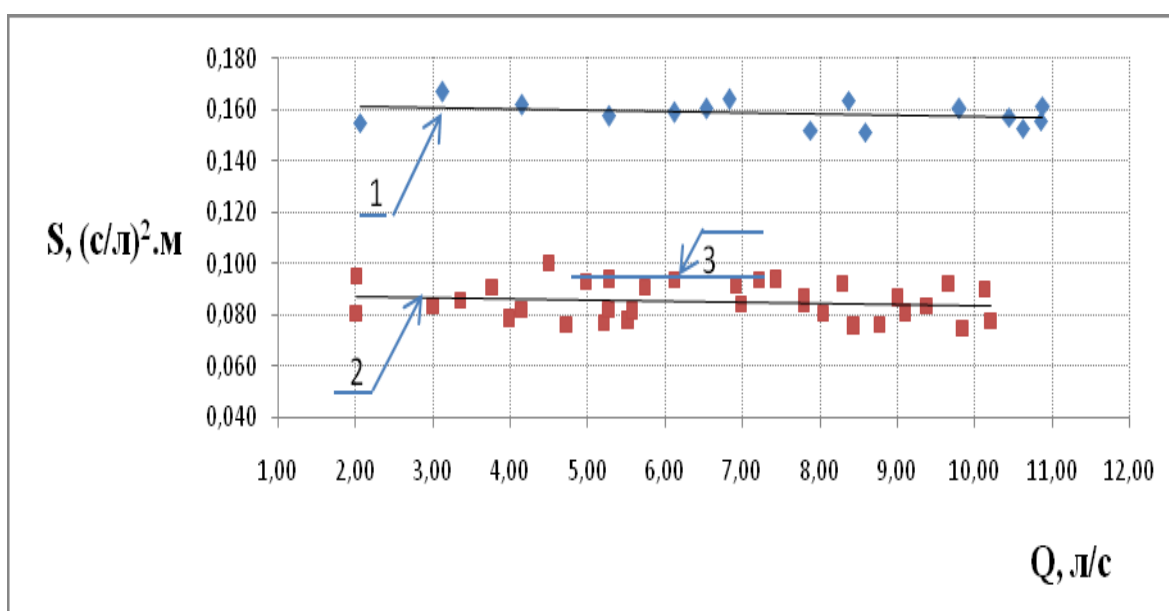


Рис. 9. Зависимости $S = f(Q)$ для латексных рукавов
 $d_{\text{усл}} = 51 \text{ мм}$; $d_{\text{расч}} = 50,2 \text{ мм}$; длина рукава 18,6 м:
 1 – подача воды АЦ40ПУ; 2 – подача раствора геля "Праестол 2515"
 с концентрацией $0,07 \text{ кг/м}^3$ АЦ40ПУ (1 и 2 цикл прохождения раствора через насос);
 3 – третий цикл прохождения раствора по замкнутому контуру через насос

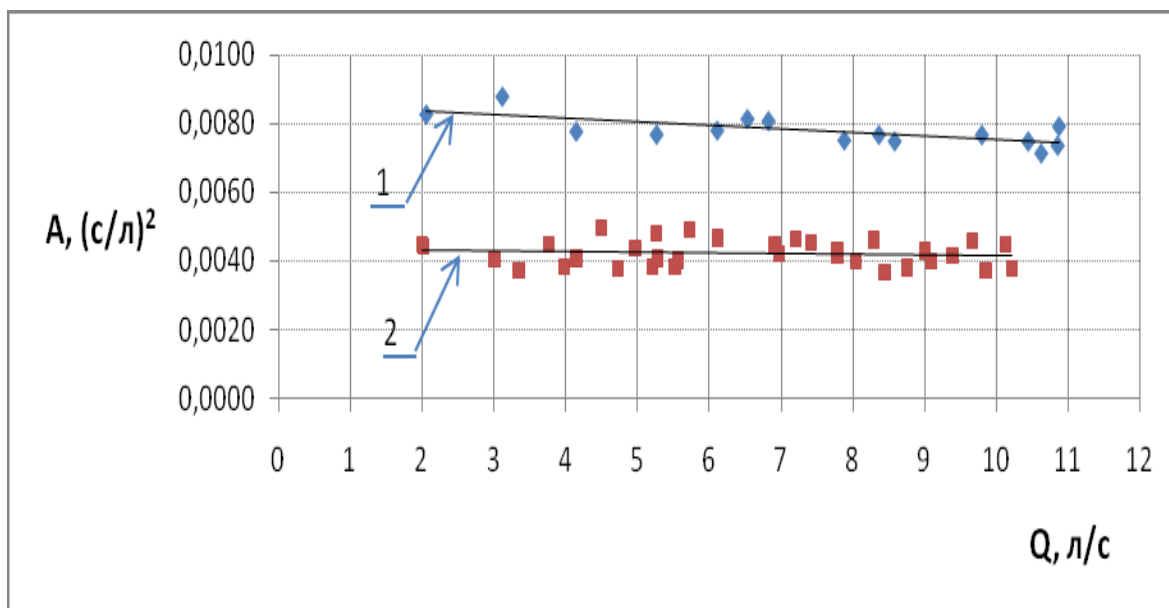


Рис. 10. Зависимости $A = f(Q)$ для латексных рукавов

$d_{\text{усл}} = 51 \text{ мм}$; $d_{\text{расч}} = 50,2 \text{ мм}$; длина рукава 18,6 м:

1 – подача воды АЦ40ПУ; 2 – подача раствора геля "Праестол 2515" с концентрацией $0,07 \text{ кг/м}^3$ АЦ40ПУ (1 и 2 цикл прохождения раствора через насос);
3 – третий цикл прохождения раствора по замкнутому контуру через насос

Под эффективностью использования раствора геля ($\mathfrak{E}$) будем понимать степень снижения сопротивления рукавной линии при подаче раствора (S_p), по сравнению с сопротивлением линии при подаче воды (S_B):

$$\mathfrak{E} = \frac{S_B - S_p}{S_B}.$$

По результатам проведенных экспериментов, $\mathfrak{E} = 0,46$.

Коэффициент снижения напора при подаче раствора (k_3) можно оценивать по формуле $k_3 = 1 - \mathfrak{E}$.

Как видно по результатам экспериментов, $k_3 = 0,54$.

Потери напора при подаче раствора в воде геля "Праестол 2515" с оптимальной концентрацией $0,07 \text{ кг/м}^3$ в диапазоне расхода от 1 л/с до 12 л/с могут быть определены по формулам:

$$h = S \cdot k_3 \cdot n \cdot Q^2 \text{ и } h = A \cdot k_3 \cdot l \cdot Q^2,$$

где S – сопротивление одного рукава длиной 20 м при течении воды;

A – удельное сопротивление (сопротивление 1 м рукавной линии), определяемые по формулам [6].

Как видно из рис. 9, 10, при использовании раствора до двух циклов прохождения по закрытому контуру через насос изменение его эффективности лежит в пределах точности эксперимента. Для третьего цикла $\mathfrak{E} = 0,41$, т.е.

эффективность снижается на 5 %. Это значит, что использование раствора геля "Праестол 2515" в воде с концентрацией $C_{\text{ПАА}} = 0,07 \text{ кг/м}^3$ можно рекомендовать до трех циклов прохождения через насос.

Таким образом, учитывая высокую эффективность и стойкость раствора геля "Праестол 2515" с оптимальной концентрацией $C_{\text{ПАА}} = 0,07 \text{ кг/м}^3$, можно рекомендовать его использование для тушения пожаров, при определении требуемого напора насосов следует учитывать коэффициент $k_3 = 0,54$.

Литература

1. Гоголашвили Э.Л., Молгачева И.В., Исаков А.А. Эффективность применения праестолов на стадии предварительной очистки воды для тепловых электростанций // Сб. статей 7 Всероссийской конференции "Структура и динамика молекулярных систем". – Яльчик, 2000. – С. 494-497.
2. Лобанов Ф. Применение полимерных добавок для повышения эффективности пожаротушения // "Экос", № 3, 2005. – С. 36-40.
3. Лебедев Н.М. Снижение гидравлического сопротивления труб с помощью добавок полиакриламида // Сб. тр. МИИТ, № 251, 1976. – С. 56-61.
4. Абросимов Ю.Г., Хоанг Зань Бинь. Определение оптимальной концентрации геля полиакриламида "Праестол 2515" для снижения гидравлического сопротивления // Промышленное и гражданское строительство, № 6, 2009. – С. 53-54.
5. Храмцов С.П. Измерительный комплекс для исследования работы пожарнотехнического оборудования при подаче температурно-активированной воды // Автомобильная промышленность, № 7, 2008. – С. 34-36.
6. Абросимов Ю.Г. Хоанг Зань Бинь (Вьетнам). Расчёт потерь напора в рукавных линиях противопожарного водоснабжения // Безопасность жизнедеятельности, № 12. -2009.