

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2019, №3, Том 11 / 2019, No 3, Vol 11 <https://esj.today/issue-3-2019.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/75SAVN319.pdf>

Ссылка для цитирования этой статьи:

Дербичев В.С., Иншаков Р.С., Роман К.С., Баженов П.А., Болдырев К.А., Дорошенко Г.А. Уточнение коэффициентов местного сопротивления для гидравлического расчета газопроводов // Вестник Евразийской науки, 2019 №3, <https://esj.today/PDF/75SAVN319.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

For citation:

Derbichev V.S., Inshakov R.S., Roman K.S., Bazhenov P.A., Boldyrev K.A., Doroshenko G.A. (2019). Refinement of local resistance coefficients for hydraulic calculation of gas pipelines. *The Eurasian Scientific Journal*, [online] 3(11). Available at: <https://esj.today/PDF/75SAVN319.pdf> (in Russian)

Коллектив авторов благодарит своего научного руководителя – Звереву Валентину Александровну – к.т.н., доцент кафедры инженерных систем

УДК 72

Дербичев Вячеслав Сергеевич

ФГОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», Владивосток, Россия
Студент 1-го курса кафедры «Нефтегазовое дело и нефтехимии»
Магистрант
E-mail: slavka564@mail.ru

Иншаков Роман Сергеевич

ФГОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», Владивосток, Россия
Студент 1-го курса кафедры «Нефтегазовое дело и нефтехимии»
Магистрант
E-mail: romawushu@mail.ru

Роман Константин Сергеевич

ФГОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», Владивосток, Россия
Студент 1-го курса кафедры «Нефтегазовое дело и нефтехимии»
Магистрант
E-mail: kross_god@mail.ru

Баженов Павел Александрович

ФГОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», Владивосток, Россия
Студент 1-го курса кафедры «Нефтегазовое дело и нефтехимии»
Магистрант
E-mail: bazhenov.pa@students.dvfu.ru

Болдырев Константин Алексеевич

ФГОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», Владивосток, Россия
Студент 1-го курса кафедры «Нефтегазовое дело и нефтехимии»
Магистрант
E-mail: boldyrev.ka@students.dvfu.ru

Дорошенко Геннадий Андреевич

ФГОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», Владивосток, Россия
Студент 1-го курса кафедры «Нефтегазовое дело и нефтехимии»
Магистрант
E-mail: Doroshenko.gena@mail.ru

Уточнение коэффициентов местного сопротивления для гидравлического расчета газопроводов

Аннотация. Доступ к дешевой и надежной энергии имеет жизненно важное значение для экономического и социального роста всего мира. На сегодняшнем энергетическом рынке нефть и газ являются относительно дешевыми и надежными источниками энергии. Международный энергетический рынок зависит от надежности транспортного сектора. Индустрия транспортировки и хранения углеводородов представляет собой очень сложную инженерную систему. Начиная от ее проектирования, которое может вестись десятилетиями, продолжая многомиллионными вложениями инвесторов для воплощения проекта в жизнь и заканчивая трудом специалистов различных сфер по обслуживанию и поддержанию корректной работы системы. Трубопроводы являются наиболее эффективным средством транспортировки углеводородов. Десятки миллиардов кубов газа транспортируются каждый год по трубам различных длин и диаметров. Одновременно с надежностью транспортных систем повышается спрос и на увеличение их эффективности, т. е. снижение энергетических и экономических затрат на перекачку единицы энергии. Диаметр, толщина стенки линии трубопровода и оптимальное размещение компрессорных станций – это основные результаты, которые должны быть определены в результате гидравлического расчета на стадии проектирования. Расчет мощностей компрессорной станции включает определение количества ожидаемого расхода для будущей эксплуатации. С каждым новым проектом требования к точности гидравлического расчета повышаются, используются знания и опыт, накопленные в результате эксплуатации действующих трубопроводов. Данное исследование направлено на уточнение существующих коэффициентов местного сопротивления, которые непосредственно влияют на полученные данные в результате гидравлического расчета. В работе применяется моделирование в программной обеспечении ANSYS Fluent.

Вклад авторов.

Дербичев Вячеслав Сергеевич – автор оказывал участие в написании статьи. Производил создание графического материала. Одобрил окончательную версию статьи перед её подачей для публикации.

Иншаков Роман Сергеевич – автор внес главный вклад в написание статьи. Ему принадлежит идея статьи. Производил моделирование в программе Ansys. Принимал участие в написании статьи. Производил координацию работы научного коллектива.

Дорошенко Геннадий Андреевич – автор оказывал участие в поиске общей информации для написания статьи. Собрал, проанализировал и сгруппировал информацию для включения в текст статьи.

Роман Константин Сергеевич – автор производил построение моделей в программе SolidWorks для дальнейшего их переноса в программу Ansys.

Баженов Павел Александрович – автор оказывал координацию членов коллектива по поиску информации. Производил поиск информации по вопросу, поднятому в статье, в зарубежных источниках.

Болдырев Константин Алексеевич – автор оказывал участие в поиске общей информации для написания статьи. Собрал, проанализировал и сгруппировал информацию для включения в текст статьи.

Ключевые слова: трубопроводный транспорт газа; транспортные системы; гидравлический расчет; гидравлические потери; местные сопротивления; моделирование; ANSYS Fluent

Запасы природного газа превосходят запасы нефти в пересчете на энергетическую ценность во много раз. По этой причине цены на природный газ не связаны с ценой на нефть. За последние 20 лет цена на природный газ составляла в своем максимуме около 60–70 % цены на нефть (за единицу энергии). На сегодняшний день цена на природный газ составляет около 25 % от цены на нефть на некоторых рынках. В большинстве рынков цена природного газа стабильно оставалась ниже альтернативных нефтепродуктов. В сложившейся экономической ситуации даже резкое увеличение цен на нефть не приведет к увеличению цен на природный газ за счет его стабильных поставок на рынок в больших объемах, что позволит поддерживать стабильные и низкие цены.

Глобальные ресурсы природного газа огромны и широко распространены по всему миру. В последнее время за счет внедрения новых технологий, таких как бурение наклонно-направленных скважин и технологии гидроразрыва пласта, были разведаны и введены в эксплуатацию множество новых месторождений природного газа. К примеру, оценочные запасы газа в США за последние несколько лет выросли примерно на 40 %. Кроме того, значительные объемы природного газа еще только предстоит разведать, что затрудняет оценку фактического размера всех существующих запасов. Однако уже сегодня можно с уверенностью сказать, что, когда запасы нефти в мире истощатся, природный газ все еще будет доступен, так как на сегодняшний день его запасы прогнозируются на срок от 100 до 150 лет с учетом роста энергопотребления в мировой экономике.

Эксперты по всему миру предсказывают неизбежный рост потребления энергии в течение следующих десятилетий. В настоящее время в энергобалансе мира около 79–83 % занимает нефть, газ и уголь. Поэтому для нефтегазовой отрасли всегда первостепенны задачи повышения КПД основных элементов и узлов промышленных установок, а также сокращения энергопотребления.

Основные уравнения, описывающие поток через газопроводы и жидкостные трубопроводы формально идентичны. Однако, такой физический параметр, как сжимаемость, превращает решения задач по расчету нефтепровода и газопровода в неодинаковые (в гидродинамических задачах допускается, что жидкость несжимаема). В то время как для нефтепроводов и насосных станций должны быть рассмотрены при проектировании такие эксплуатационные процессы, такие как периодическая эксплуатация, скачки, и возможные сценарии неполной нагрузки на линию, детальный расчет для газопроводов и компрессорных станций требует значительного учета знаний в области термодинамики реального газа. Общая связь между перепадом давления вдоль участка трубопровода и объемным потоком задается через комбинацию уравнений сохранения массы и баланса энергии. Расчет гидродинамики потока дает соотношение между давлением и пропускной способностью, а также транспортному емкостному объему трубопровода. Описание потока газа требует полной термодинамической расчетной обработки газа как реального. Большая сжимаемость газов приводит к пространственному изменению плотности из-за падения давления по линии трубопровода и из-за изменчивости профиля трассы. Последний эффект был впервые введен Фергюсоном [1; 2].

Для слежения за динамическим поведением системы газопроводов в режиме реального времени рассчитывается полная модель, включая все существующие элементы и узлы станции, такие как насосы, клапаны, задвижки и т. д. Уравнение сохранения энергии является связующим звеном между механикой потока и термодинамикой и является основой для модели температурного расчета, который опять-таки формально одинаков для трубопроводов, перекачивающих жидкость, и газопроводов. Но для газопроводов температурная модель оказывает гораздо более существенное значение при проектировании. Например, теплообмен с окружающей средой вносит значительные различия в проектирование для наземных и морских трубопроводов [3; 4].

В настоящее время большинство научных исследований связаны с активным поиском методов и средств, направленных на повышение энергоэффективности. В нефтегазовой индустрии это наиболее актуально для сектора транспортировки углеводородов, в котором основные экономические и энергетические затраты (около 60–70 %) связаны с работой перекачивающих агрегатов (насосов, компрессоров).

Основу проектирования транспортных систем составляет гидравлический расчет. Он должен быть выполнен с высокой степенью точности, так как ошибки в подсчете гидравлических потерь могут привести к заведомо неверному подбору перекачивающего оборудования или недостаточно эффективному его использованию. А излишний запас в мощности у выбранного агрегата, предназначенного для перекачивания среды в системе, приведет к необязательному перерасходу электроэнергии.

Поскольку изменение давление в газопроводе нелинейно по сравнению с трубопроводами, перекачивающие жидкость, гидравлический уклон для газопровода представляется слегка изогнутой линией вместо прямой. Наклон гидравлического градиента в любой точке представляет собой отношение потери давления из-за трения на единицу длины трубы. Если скорость потока через трубопровод является постоянной величиной (без промежуточных добавок или поставок), а размер трубы одинаковый по всей линии, то гидравлический градиент выглядит как слегка изогнутая линия, как показано на рисунке 1, без заметных перерывов [5].

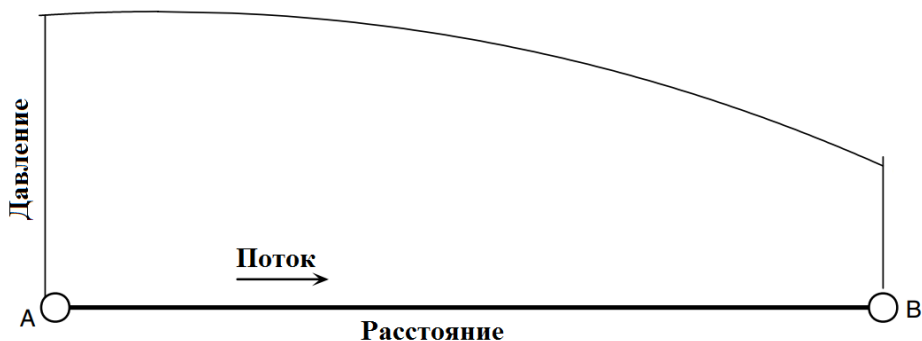


Рисунок 1. Градиент гидравлического давления для равномерного потока (составлено авторами)

Если есть промежуточные поставки, то гидравлический уклон будет представлять собой серию прерывистых линий, как показано на рисунке 2.

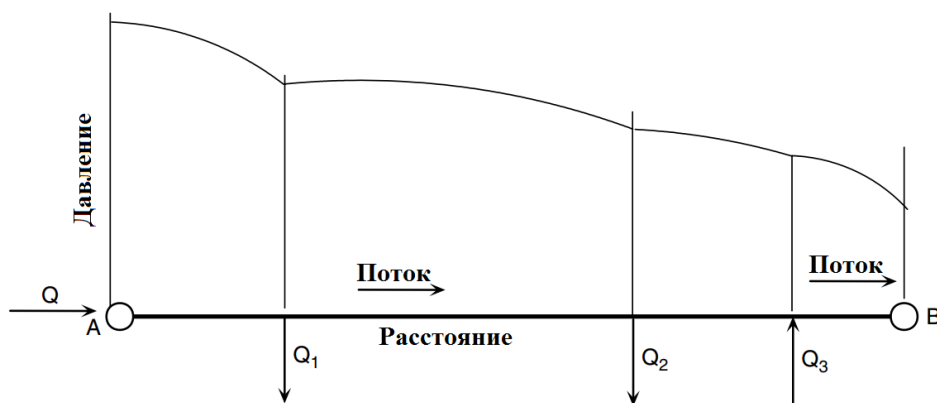


Рисунок 2. Градиент гидравлического давления при дополнительных подкачках газа (составлено авторами)

Подобный «сломанный» гидравлический градиент также можно увидеть в трубопроводах с переменным диаметром трубы и толщиной стенки, даже если скорость потока

постоянна. В отличие от трубопроводов, перекачивающих жидкость, разрывы в градиенте гидравлического давления не столь значительны в газопроводах.

Во время реальной эксплуатации трубопровода некоторые конструктивные параметры могут изменяться со временем. Такими параметрами являются фактический диаметр и шероховатость. Оба имеют прямое влияние на гидравлическое сопротивление участков трубопровода.

Когда речь идет о газопроводах, то в настоящий момент для снижения гидравлических потерь в них наиболее актуально применение следующих методов:

1. Применение полипропиленовых труб.
2. Применение гладкостных покрытий.
3. Применение присадок.

Эффект от использования перечисленных методов в основном базируется на снижении эквивалентной шероховатости внутренней поверхности трубопровода.

Обычно потери давления складываются из потерь на местных сопротивлениях, а также – на сопротивлениях по длине трубопровода. Такой параметр, как эквивалентная шероховатость поверхности, влияет на расчет гидравлических потерь по длине, которые составляют основную часть. Потери на местных сопротивлениях считаются незначительными и обычно в расчетах принимаются как 5–10 % от потерь по длине. Но, возможно, что эффект потерь от них недостаточно оценивается при проектировании, ведь в газораспределительных сетях таких участков, как повороты, тройники, клапаны, изменение площади сечения, являющихся причиной местных потерь, может насчитываться десятки и сотни [9; 10].

В местных сопротивлениях поток деформируется, что приводит к неравномерности перекачивания среды, что в свою очередь вызывает изменение скорости потока. В местах смены направления потока появляются застойные зоны, между ними и основным потоком осуществляется обмен частицами, что является первопричиной местных потерь давления.

Почти все виды местных потерь давления проявляются на длинном участке газопровода, при этом они напрямую связаны с потерями на трение. Но при инженерных расчетах их условно считают возникающими в одном сечении и не включают в потери по длине. В дальнейшем расчет ведется по принципу арифметического наложения потерь местных и на трение.

При гидравлическом расчете местных сопротивлений основное значение имеет правильность постановки в задачу такого параметра, как коэффициент гидравлического сопротивления.

Обычно потери давления на местных сопротивлениях вычисляются по формуле Вейсбаха (1):

$$\Delta p = \xi \frac{\rho V^2}{2} \quad (1)$$

где ξ – коэффициент местного сопротивления, величина безразмерная,

Δp – потери давления на сопротивлении,

$\frac{\rho V^2}{2}$ – динамическое давление в потоке.

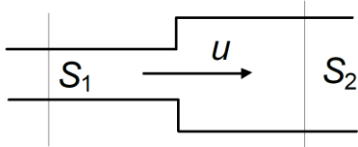
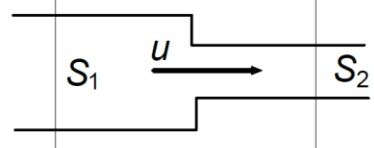
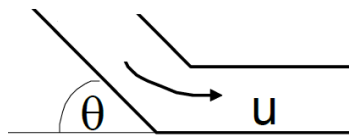
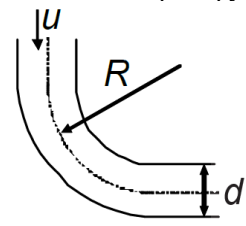
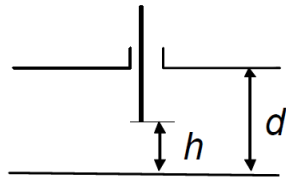
Отсюда:

$$\xi = \Delta p / \left(\frac{\rho V^2}{2} \right) \quad (2)$$

В технических трубопроводах при турбулентном движении считают, что коэффициент местного сопротивления зависит только от конструкции устройства, выполняющего роль

местного сопротивления. Обычно он определяется экспериментально. Значения некоторых приведены в таблице 1 [8].

Таблица 1
Некоторые значения коэффициента местного сопротивления ξ [8]

<p>Резкое расширение</p> 	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>S_1/S_2</td> <td>0,2</td> <td>0,4</td> <td>0,6</td> <td>0,8</td> </tr> <tr> <td>ξ</td> <td>0,64</td> <td>0,36</td> <td>0,16</td> <td>0,04</td> </tr> </tbody> </table>	S_1/S_2	0,2	0,4	0,6	0,8	ξ	0,64	0,36	0,16	0,04
S_1/S_2	0,2	0,4	0,6	0,8							
ξ	0,64	0,36	0,16	0,04							
<p>Резкое сужение</p> 	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>S_1/S_2</td> <td>0,2</td> <td>0,4</td> <td>0,6</td> <td>0,8</td> </tr> <tr> <td>ξ</td> <td>0,64</td> <td>0,36</td> <td>0,16</td> <td>0,04</td> </tr> </tbody> </table>	S_1/S_2	0,2	0,4	0,6	0,8	ξ	0,64	0,36	0,16	0,04
S_1/S_2	0,2	0,4	0,6	0,8							
ξ	0,64	0,36	0,16	0,04							
<p>Резкий поворот трубы</p> 	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Θ, град</td> <td>30</td> <td>45</td> <td>60</td> <td>90</td> </tr> <tr> <td>ξ</td> <td>0,2</td> <td>0,35</td> <td>0,5</td> <td>1,1</td> </tr> </tbody> </table>	Θ , град	30	45	60	90	ξ	0,2	0,35	0,5	1,1
Θ , град	30	45	60	90							
ξ	0,2	0,35	0,5	1,1							
<p>Плавный поворот трубы</p> 	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>$d/2R$</td> <td>0,1</td> <td>0,5</td> <td>0,7</td> <td>1,0</td> </tr> <tr> <td>ξ</td> <td>0,13</td> <td>0,29</td> <td>0,66</td> <td>1,98</td> </tr> </tbody> </table>	$d/2R$	0,1	0,5	0,7	1,0	ξ	0,13	0,29	0,66	1,98
$d/2R$	0,1	0,5	0,7	1,0							
ξ	0,13	0,29	0,66	1,98							
<p>Простая задвижка</p> 	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>h/d</td> <td>0,2</td> <td>0,4</td> <td>0,6</td> <td>0,8</td> </tr> <tr> <td>ξ</td> <td>35</td> <td>4,6</td> <td>0,98</td> <td>0,17</td> </tr> </tbody> </table>	h/d	0,2	0,4	0,6	0,8	ξ	35	4,6	0,98	0,17
h/d	0,2	0,4	0,6	0,8							
ξ	35	4,6	0,98	0,17							

Как видно из таблицы 1, в настоящее время коэффициенты местных сопротивлений определены с малой степенью точностью, до одного–двух знаков после запятой, это может влиять на неточность конечного расчета гидравлических потерь.

Для проведения анализа в широкой области инженерных проблем во всем мире широко используется многофункциональный программный комплекс конечно-элементных расчетов ANSYS. Данная работа направлена на уточнение коэффициентов местного сопротивления с помощью компьютерного моделирования в программном комплексе ANSYS Fluent, который способен моделировать и отслеживать изменения во времени и пространстве параметров течения – скорости, давления и температуры.

Для моделирования были построены различные модели потоков, имитирующих прохождение через участок местного сопротивления с диаметром трубной части в 25 мм (выбран малый диаметр для минимизации затрат мощностей вычислительной техники). Построение осуществлялось в программе SolidWorks. Некоторое количество моделей показано на рисунке 3. В каждой модели было предусмотрено по прямолинейному участку до и после

местного сопротивления длиной в $5d$ для получения более равномерно распределенного профиля скорости.

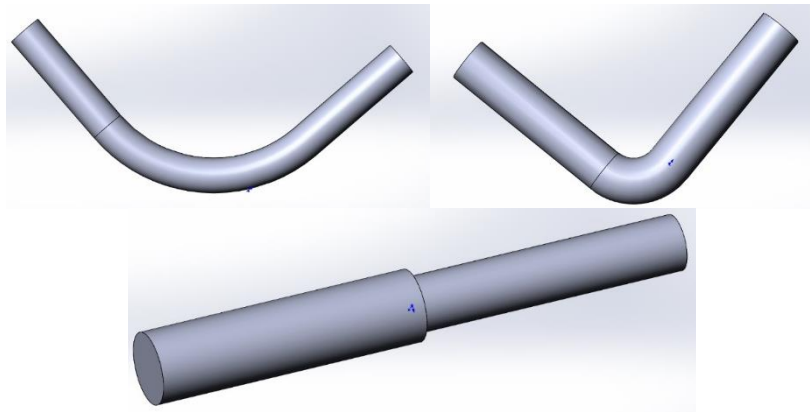


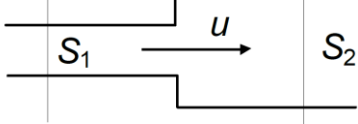
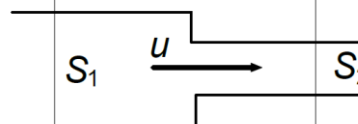
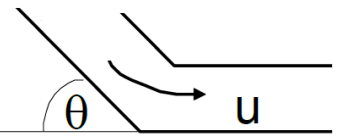
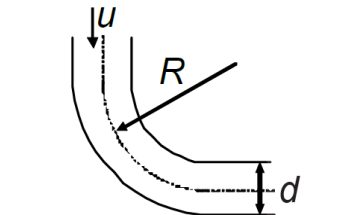
Рисунок 3. Некоторые модели для исследования, созданные в программе SolidWorks (составлено авторами)

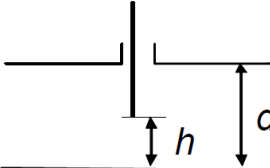
В программном комплексе ANSYS Fluent моделирование производилось при следующих параметрах: модель турбулентности standart семейства k-ε, скорость в участках неизменна – 1 м/с, давление на выходе – атмосферное, перекачиваемая среда – газообразный метан CH₄ [6; 7].

Результаты исследования представлены в таблице 2.

Таблица 2

Значения коэффициента местного сопротивления ξ , которые были получены в результате моделирования

<p>Резкое расширение</p> 	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>S_1/S_2</td> <td>0,2</td> <td>0,4</td> <td>0,6</td> <td>0,8</td> </tr> <tr> <td>ξ</td> <td>0,51</td> <td>0,29</td> <td>0,11</td> <td>0,032</td> </tr> </tbody> </table>	S_1/S_2	0,2	0,4	0,6	0,8	ξ	0,51	0,29	0,11	0,032
S_1/S_2	0,2	0,4	0,6	0,8							
ξ	0,51	0,29	0,11	0,032							
<p>Резкое сужение</p> 	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>S_1/S_2</td> <td>0,2</td> <td>0,4</td> <td>0,6</td> <td>0,8</td> </tr> <tr> <td>ξ</td> <td>0,51</td> <td>0,29</td> <td>0,11</td> <td>0,032</td> </tr> </tbody> </table>	S_1/S_2	0,2	0,4	0,6	0,8	ξ	0,51	0,29	0,11	0,032
S_1/S_2	0,2	0,4	0,6	0,8							
ξ	0,51	0,29	0,11	0,032							
<p>Резкий поворот трубы</p> 	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Θ, град</td> <td>30</td> <td>45</td> <td>60</td> <td>90</td> </tr> <tr> <td>ξ</td> <td>0,17</td> <td>0,31</td> <td>0,42</td> <td>1,01</td> </tr> </tbody> </table>	Θ , град	30	45	60	90	ξ	0,17	0,31	0,42	1,01
Θ , град	30	45	60	90							
ξ	0,17	0,31	0,42	1,01							
<p>Плавный поворот трубы</p> 	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>$d/2R$</td> <td>0,1</td> <td>0,5</td> <td>0,7</td> <td>1,0</td> </tr> <tr> <td>ξ</td> <td>0,09</td> <td>0,22</td> <td>0,54</td> <td>1,78</td> </tr> </tbody> </table>	$d/2R$	0,1	0,5	0,7	1,0	ξ	0,09	0,22	0,54	1,78
$d/2R$	0,1	0,5	0,7	1,0							
ξ	0,09	0,22	0,54	1,78							

Простая задвижка					
	h/d	0,2	0,4	0,6	0,8
	ξ	34,12	4,04	0,86	0,11

Анализируя полученные результаты, можно говорить о том, что данные, полученные с помощью моделирования, схожи с теми, что представлены в классических справочниках. Но, стоит отметить, что каждое полученное значение стабильно ниже на 0,05–0,15 безразмерных единиц. Следовательно, можно говорить о том, что данный вопрос требует дальнейшего рассмотрения, и коэффициент местного сопротивления нуждается в еще большем уточнении. Ведь если брать в учет коэффициенты местного сопротивления, полученные в работе, то рассчитанные гидравлические потери транспортной системы будут ниже, чем при подстановке стандартных значений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Falade, A.; Olaberinjo, A.F.; Oyewola, M.O.; Babalola, F.U.; Adaramola, S.M. KPIM of Gas Transportation: Robust Modification of Gas Pipeline Equations. *Latv. J. Phys. Tech. Sci.* 2008, 45, 39–47.
2. Usman, M.A.; Olatunde, A.O.; Akinlemibola, O.J. Modification of Pipeline Equations and Simulation of Transients in Compressible Fluid Flow in Pipes. *Pet. Sci. Technol.* 2011, 29.
3. *Pipeline Engineering*, 2003, CRC Press, Florida, Henry Liu.
4. Menon, E. Shashi. *Gas pipeline hydraulics* / E. Shashi Menon. 406 p.
5. Гладий Е.А. Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика / Е.А. Гладий, И.М. Абдрафикова. – Казань: Казан. ун-т, 2015. – 52 с.
6. Определение гидравлических сопротивлений трубопровода: методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Процессы и аппараты химических производств» для студентов III курса, обучающихся по специальности 240501 Химическая технология материалов современной энергетики / сост. Кантаев А.С., Ворошилов Ф.А., Брус И.Д.; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 13 с.
7. Лепихин А.П. К оценке коэффициента гидравлического сопротивления в гладких трубах / А.П. Лепихин / *Вычислительная механика сплошных сред*. 2015. Т. 8. № 4. С. 369–375.
8. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям / Идельчик И.Е., под ред. Штейнберг М.О. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Машиностроение, 1992. – 672 с.
9. Сьянов С.Л. Численное и экспериментальное исследование потерь напора в трубе переменного сечения / С.Л. Сьянов / *Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Механика*. 2013. № 2. С. 176–185.
10. Кузнецов В.С. Экспериментальное определение коэффициентов гидравлических сопротивлений: метод. указания к выполнению лабораторной работы по дисциплине «Механика жидкости и газа» / В.С. Кузнецов, А.С. Шабловский, В.В. Яроц. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. – 18, с.: ил.

Derbichev Vyacheslav Sergeevich

Far eastern federal university, Vladivostok, Russia
E-mail: slavka564@mail.ru

Inshakov Roman Sergeevich

Far eastern federal university, Vladivostok, Russia
E-mail: romawushu@mail.ru

Roman Konstantin Sergeevich

Far eastern federal university, Vladivostok, Russia
E-mail: kposs_god@mail.ru

Bazhenov Pavel Aleksandrovich

Far eastern federal university, Vladivostok, Russia
E-mail: bazhenov.pa@students.dvfu.ru

Boldyrev Konstantin Alekseevich

Far eastern federal university, Vladivostok, Russia
E-mail: boldyrev.ka@students.dvfu.ru

Doroshenko Gennady Andreevich

Far eastern federal university, Vladivostok, Russia
E-mail: Doroshenko.gena@mail.ru

Refinement of local resistance coefficients for hydraulic calculation of gas pipelines

Abstract. It is very important for the economic and social growth of the whole world. In today's energy market, oil and gas are relatively cheap and reliable sources of energy. The international energy market depends on the reliability of the transport sector. The hydrocarbon transportation and storage industry is a very complex engineering system. During the development of the project, which was supposed to complete labor consultations, corrective system work was developed and approved. Pipelines are the most efficient means of transporting hydrocarbons. Tens of billions of cubes of gas are transported each year. Simultaneously with the reliability of transport systems, demand increases, and their efficiency increases, i.e. reduction of energy and economic costs for the transfer of energy units. The diameter, wall thickness of the pipeline and the optimum placement of the compressor stations are the main results that must be determined because of the hydraulic calculation at the design stage. The calculation of the capacity of the compressor station includes determining the amount of expected flow for future operation. Each new project requires more accurate hydraulic calculations, using the knowledge and experience gained from operating existing pipelines. This study aims to clarify data on local resistance coefficients. ANSYS Fluent.

Keywords: pipeline gas transportation; transportation systems; hydraulic calculation; hydraulic losses; local resistance; modeling; ANSYS Fluent