

## ОТЗЫВ

*официального оппонента к.т.н., доцента*

*Афиногентова Александра Александровича на диссертационную работу  
Ледовского Григория Николаевича «Обоснование способа защиты основного  
оборудования нефтеперекачивающих станций от волн давления»,  
представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук  
по специальности 25.00.19 – «Строительство и эксплуатация  
нефтегазопроводов, баз и хранилищ»*

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет».

Диссертация изложена на 124 страницах текста, состоит из введения, четырех глав, основных выводов и рекомендаций, списка литературы из 100 источников и 1 приложения, содержит 58 иллюстраций и 7 таблиц.

### **1. Актуальность темы диссертационной работы**

Системы магистральных трубопроводов для транспортировки нефти и нефтепродуктов являются крупными, территориально распределенными промышленными комплексами сооружений, что обуславливает высокие техногенные риски для экологии и безопасности персонала от аварий в процессе эксплуатации оборудования нефтеперекачивающих станций (НПС) и линейной части таких систем.

Одной из основных причин аварий на магистральных нефтепроводах является превышение давления транспортируемой среды допустимых по условиям эксплуатации величины. Краткосрочное повышение давления с высокой амплитудой гидроударного характера на различных участках нефтепровода, в том числе на входе нефтеперекачивающей станции, обусловлено волновой природой переходных процессов, возникающих в гидравлических системах при резком торможении потока жидкости, вызванного, в частности, остановкой насосных агрегатов или перекрытия запорной арматуры.

С целью предотвращения аварий разрабатываются и совершенствуются системы и устройства защиты магистральных трубопроводов, такие как системы сглаживания волн давления (ССВД), представляющие из себя локальные системы расположенные на промежуточных НПС, и комплексные

системы защиты технологического участка, такие как централизованная система противоаварийной автоматики (ЦСПА).

Таким образом, развитие методов расчета волновых процессов и прогнозирования фаз развития гидроударных явлений в системе «нефтеперекачивающая станция – магистральный нефтепровод», с целью создания систем защиты основного оборудования нефтеперекачивающих станций от волн давления является актуальной научно-технической задачей.

## **2. Научная новизна, результаты работы и их практическая ценность**

Диссертантом была разработана математическая модель для описания волновых переходных процессов, возникающих в системе «нефтеперекачивающая станция-магистральный нефтепровод» при резком перекрытии сечения потока на линии нагнетания. Для построения модели использовались параметризованные зависимости расхода и давления жидкости, при ее движении через обратный клапан, насосный агрегат НПС, запорно-регулирующую арматуру, а также в круглой трубе с учетом влияния нестационарности на величину коэффициента гидравлического сопротивления трубопровода.

На основе компьютерного моделирования с использованием предложенной математической модели автором исследован характер гидроударных процессов, возникающих в системе «нефтеперекачивающая станция-магистральный нефтепровод», в частности рассмотрены фазы гидравлического удара и изменение давлений и расходов на выходе НПС и перед линейной задвижкой, в зависимости от расстояния между ними, длительности перекрытия сечения трубопровода и наличия в жидкости растворенного газа.

На основе анализа результатов математического моделирования, автором предложен способ и устройство защиты от волн давления оборудования НПС, способное сглаживать разные по знаку скачки давления как со стороны линии питания, так и со стороны линии нагнетания станции.

Для подтверждения точности и непротиворечивости математической модели реальным процессам в гидравлических системах, а также обоснования технической эффективности разработанного способа защиты автором проведена серия экспериментов на специально сконструированном трубном стенде с реализацией физической модели предлагаемого устройства.

На основе математического моделирования и физического эксперимента автором предложена инженерная методика выбора технологических и конструктивных параметров устройства защиты от волн давления и алгоритм работы системы управления предохранительным клапаном сброса с электромеханическим приводом на основе выбранных параметров. Так же автором предложена полезная методика определения значения комплексного критерия возможности возникновения гидроудара, с помощью которой возможно оценить необходимость применения специальных устройств защиты от волн давления для трубопроводов с заданными параметрами. Указанные методики имеют практическое значение.

В целом результаты, представленные в диссертации Ледовского Григория Николаевича, обладают научной новизной и практической ценностью для решения поставленной научной задачи.

### **3. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций**

Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации Ледовского Григория Николаевича, полностью обоснованы, что подтверждается проведенным анализом ста актуальных источников по теме диссертации, численными и экспериментальными исследованиями. Их достоверность подтверждена наличием необходимых ссылок на использованные источники, а также корректностью предложенной математической модели, результаты расчетов по которой подтверждены в результате физического эксперимента на лабораторном стенде.

Первое защищаемое научное положение обосновано в четвертой главе диссертации, подтверждается результатами математического моделирования и экспериментальными исследованиями предлагаемой системы защиты от волн давления, проведенными на лабораторном стенде, частично представлено в работе «Влияние обратного и перепускного клапанов на параметры гидроудара при перекачке жидких углеводородов», опубликованной в рецензируемом журнале в соавторстве с А. Е. Белоусовым и О. В. Кабановым.

Второе защищаемое научное положение обосновано во второй главе диссертации, в п.п. 2.3 представлены основные зависимости устанавливающие взаимосвязь параметров работы устройства защиты и параметров потока среды при неустановившемся режиме течения. Приведено

сравнение переходных процессов в магистральном нефтепроводе при использовании предлагаемого устройства защиты и существующей ССВД «Daniel», демонстрирующее сопоставимую эффективность работы двух систем. Результаты анализа приведены в работе «Эффективность систем защиты оборудования нефтеперекачивающих станций при повышенных волнах давления» опубликованной в рецензируемом журнале в соавторстве с С. В. Самоленковым и О. В. Кабановым.

#### **4. Замечания по диссертационной работе**

По диссертации Ледовского Григория Николаевича имею следующие замечания:

1. В работе не представлены статистические данные по количеству аварий и неисправностей работы основного оборудования НПС, вызванных повышением давления от перекрытия линейных задвижек, а именно способностью защиты от таких скачков давления отличается предлагаемая система от существующих ССВД.

2. Компьютерное моделирование гидродинамических процессов в системе «перекачивающая станция - нефтепровод» проводится в работе с использованием специального программного обеспечения Flowmaster V7, которое содержит библиотеку элементов для построения гидравлических систем. Каждый элемент библиотеки имеет набор параметров, определяющих его свойства, при этом в тексте диссертации отсутствуют пример реализации гидравлической схемы предлагаемой системы защиты и технологического участка нефтепровода в среде Flowmaster, не ясно какие элементы из библиотеки использовались для моделирования узлов системы, как задавались параметры этих элементов и как они связаны с параметрами модели приведенной во второй главе, как моделируется влияние нестационарности на гидравлическое сопротивление трубопровода, представленное в форме (2.24).

3. На рисунках 33 и 34 представлены зависимости, характеризующие изменение во времени давления перед линейной задвижкой при перекрытии потока в нефтепроводе для различных длительностей полного перекрытия потока (от 0,1 до 60 с). Из графиков видно, что при длительности закрытия задвижки в 60 секунд изменение давления фиксируется лишь на 50 секунде, т.е. при перекрытом на более чем три четверти сечении потока. Считаю, представленный график изменения давления не верно описывает реальную

ситуацию, т.к. при увеличении длительности закрытия задвижки должна более заметно увеличиваться длительность первой фазы переходного процесса и уменьшаться амплитуда скачка давления.

4. Одним из важных качеств локальных систем защиты НПС от волн давления является их автономность, гарантирующая срабатывание защиты при отключении электроснабжения, отказа систем телемеханики и автоматики. Предлагаемая система уступает по данному показателю типовым ССВД, т.к. использует показания удаленных датчиков давления, расходомеров и включает электронный блок управления клапаном, при этом отказ любого из элементов системы приводит к отказу всей системы.

5. В работе отсутствуют конкретные технические решения по изменению технологической схемы НПС для установки предлагаемого устройства, следует ли для этого модернизировать коллектор и обвязку магистральной насосной станции либо узел подключения НПС к нефтепроводу. Не ясно каковы оценочные затраты на такую модернизацию.

Вышеуказанные замечания не являются критичными и не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы.

#### **5. Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным «Положением о присуждении учёных степеней»**

Диссертация Ледовского Григория Николаевича является завершённой научно-квалификационной работой, содержит научно обоснованное техническое решение, имеющее существенное значение для отрасли трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов. Работа написана грамотным научно-техническим языком, структура и оформление соответствуют ГОСТ Р 7.0.11-2011. Результаты диссертационного исследования неоднократно докладывались на Всероссийских и Международных конференциях и в полной мере были опубликованы в 12 научных работах, в том числе 2 в изданиях, включенных в перечень рецензируемых научных изданий ВАК. Получен патент на изобретение. Автореферат отражает основные идеи и выводы диссертации.

Диссертационная работа «Обоснование способа защиты основного оборудования нефтеперекачивающих станций от волн давления» соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении учёных степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г., а её автор Ледовский Григорий Николаевич заслуживает

присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности  
25.00.19 - Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ.

Официальный оппонент, кандидат  
технических наук, доцент кафедры  
«Трубопроводный транспорт»  
ФГБОУ ВО «Самарский  
государственный технический  
университет»

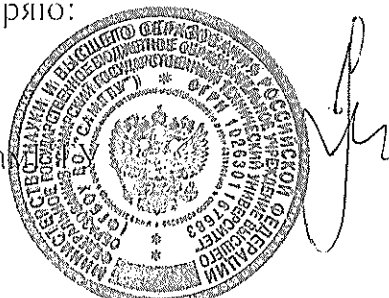


А.А. Афиногентов

«7» мая 2019 г.

Подпись кандидата технических наук, доцента кафедры «Трубопроводный  
транспорт» ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический  
университет» заверяю:

Ученый секретарь  
Ученого совета Сам



Ю.А. Малиновская

Согласен на включение персональных данных в документы, связанные с  
работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку

Адрес: Россия, 443100 г.Самара,  
ул. Молодогвардейская, 244  
Тел.: 8 846 334 6220  
E-mail: tt@samgtu.ru