

На правах рукописи



**Дозморов Павел Сергеевич**

**МЕТОДЫ И АППАРАТУРА КОНТРОЛЯ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО  
СОСТАВА И ПРОНИЦАЕМОСТИ ГОРНЫХ ПОРОД**

Специальность:

05.11.13 – Приборы и методы контроля природной среды, веществ,  
материалов и изделий (технические науки)

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Томск –2015

**Работа выполнена в Федеральном государственном автономном  
образовательном учреждении высшего образования  
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет»**

Научный  
руководитель:

**Росляк Александр Тихонович**

доктор технических наук, профессор

**Зятиков Павел Николаевич**

доктор технических наук, профессор

Официальные  
оппоненты:

**Кербель Борис Моисеевич**, д.т.н., первый проректор,  
профессор кафедры «Электроника и автоматика

физических установок», Северский технологический  
институт - филиал федерального государственного  
автономного образовательного учреждения высшего  
профессионального образования «Национальный  
исследовательский ядерный университет «МИФИ»;

**Кузнецов Андрей Альбертович**, д.т.н., заведующий  
кафедрой «Теоретическая электротехника», Федеральное  
государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
«Омский государственный университет путей  
сообщения»;

Ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
профессионального образования «Томский  
государственный университет систем управления и  
радиоэлектроники»

Защита состоится «23» июня 2015 г. в 17:00 на заседании диссертационного совета Д 212.269.09 при ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» по адресу: 634050, г. Томск, ул. Савиных, д.7, ауд. 215.

С диссертацией можно ознакомиться в научно-технической библиотеке ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» по адресу: г. Томск, ул. Белинского, 55 и на сайте <http://portal.tpu.ru/council/916/worklist>.

Автореферат разослан «7» мая 2015 г.

Ученый секретарь диссертационного совета  
кандидат технических наук, доцент



Е.А. Васендина

## Общая характеристика работы

**Актуальность исследования.** Расчетные показатели нефтегазодобычи зачастую существенно отличаются от фактических уровней добычи. Для повышения точности оценки запасов нефтяных и газовых месторождений необходимы достоверные методы контроля гранулометрического состава горных пород и их проницаемости.

Существует множество методов контроля параметров кернового материала, каждый из которых выдает ошибку, заложенную в принцип реализации соответствующего метода, что уменьшает достоверность полученных данных. Применяемые в настоящее время методики контроля не дают полного описания таких параметров нефтеносного пласта, как размер частиц, их форма, а также проницаемость горных пород, которые необходимо учитывать при разработке и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений.

В существующих методах контроля гранулометрического состава и проницаемости горных пород используются их характеристики, основанные на данных, полученных с помощью отдельных приборов, показания которых не увязаны единой программой. Как показывают исследования, оптимальное комплексирование используемых методов или результатов измерений позволяют повышать достоверность получаемых контрольных данных.

Однако данные методы не используются для контроля процессов седиментации и определения проницаемости горных пород.

**Целью** данной работы является разработка методов и аппаратуры для контроля гранулометрического состава и проницаемости осадочных горных пород.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- 1) изучить влияние комплексирования на контроль процессов осаждения частиц и определения проницаемости горных пород;
- 2) разработать методы и аппаратуру:

– для повышения точности измерений гранулометрического состава горных пород и анализа, основанного на комплексировании методов микроскопии и седиментации;

– для лабораторного комплекса определения проницаемости горных пород, включающих контроль над расходом жидкости в расширенном диапазоне ((0,0001÷30) мл/мин) и программная реализация поддержания разности давления в созданном комплексе;

3) разработать практические рекомендации по использованию методов и аппаратуры для контроля гранулометрического состава и проницаемости горных пород.

#### **Научная новизна:**

1) разработана классификация влияния комплексирования на контроль исследуемых объектов при разработке и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений;

2) разработан метод комплексирования для анализа гранулометрического состава (методы седиментации и микроскопии) с целью достоверности контроля и повышения точности измерений, учета формы частиц, отличной от шарообразной;

3) создана:

– аппаратура для анализа гранулометрического состава осадочных горных пород посредством комплексирования методов микроскопии и седиментации;

– аппаратура для лабораторного комплекса, позволяющего определять фильтрационные параметры низкопроницаемых горных пород.

**Практическая значимость работы** состоит в создании методов и аппаратуры для лабораторного комплекса по определению проницаемости горных пород. В данном комплексе расширен диапазон скорости подачи жидкости от 0,0001 мл/мин до 30 мл/мин, в отличие от аналогов, у которых диапазон подачи жидкости от 0,001 мл/мин. Кроме того, реализована возможность автоматического поддержания перепада давления или избыточного давления в гидравлической системе с использованием пяти датчиков давления (в существующих комплексах использовался только один).

Преимуществом предлагаемого подхода является реализация единой системы сбора и подготовки данных к анализу, что позволяет вести запись полученных результатов в реальном времени (исключая погрешности по времени замера). Изготовлены три опытных образца, которые успешно прошли лабораторные и промышленные испытания и используются в ОАО «ТомскНИПИнефть».

Впервые предлагается комплексирование геометрического (микроскопия) и гидродинамического (седиментация) методов для анализа гранулометрического состава, в результате чего появилась возможность учитывать геометрическую форму частиц, отличную от шарообразной. На основе созданной методики разработана аппаратура, которая позволяет расширить диапазон рабочих температур, оптимальных для работы, а также увеличить точность контроля процесса седиментации горных пород на этапе сбора информации и проводить анализ гранулометрического состава по созданной методике.

**Методы исследования.** В работе использовались седиментационная модель движения частиц в жидкости и уравнение Розина-Раммлера-Беннета, метод наименьших квадратов, пропорционально-интегрально-дифференциальный (ПИД) алгоритм. При выполнении работы применялись стандартные и разработанные автором приборы и программное обеспечение, теория планирования. При обработке результатов измерений применялись методы математической статистики и методы регрессионного анализа.

**На защиту выносятся:**

1) комплексирование методов микроскопии и седиментации обеспечивают контроль процесса осаждения частиц и увеличивают точность при анализе гранулометрического состава осадочных горных пород;

2) аппаратура:

– для анализа гранулометрического состава горных пород на основе комплексирования методов микроскопии и седиментации;

– для лабораторного комплекса, позволяющего определять фильтрационные параметры низкопроницаемых горных пород.

3) методические рекомендации по применению созданных методов и аппаратуры.

**Достоверность полученных результатов.** Достоверность полученных в работе научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается теоретически и экспериментально. Научные положения аргументированы, теоретические результаты работы получены с использованием положений геологии, геофизики, седиментологии, кибернетики. Выводы подтверждены проведенными экспериментальными исследованиями, их воспроизводимостью и результатами математической обработки с использованием сертифицированных программ.

**Апробация работы.** Основные научные положения и результаты теоретических и экспериментальных исследований представлены, на X Международной конференция студентов и молодых ученых (Томск, 2013), XIX Всероссийской научно-технической конференции (Томск, 4–6 декабря 2013), на XVII Международном симпозиуме имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых (Томск, 1–5 апреля 2013), на XVIII Международном научном симпозиуме имени академика М.А.Усова «Проблемы геологии и освоения недр» (Томск, 7–12 апреля 2014), на XVI Международном научном симпозиуме имени академика М.А.Усова «Проблемы геологии и освоения недр» (Томск, 2–7 апреля 2012).

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 15 научных трудов, в том числе 3 статьи в изданиях рекомендованных ВАК, 2 Государственных регистрации программ для ЭВМ, 1 статья в реферативной базе данных (Scopus).

**Личный вклад автора.** Автором разработана классификация комплексирования на контроль искомых характеристик; разработан метод комплексирования способов анализа гранулометрического состава горных пород и создана соответствующая аппаратура, программное обеспечение которой имеет Государственную регистрацию; создана аппаратура, позволяющая контролировать анализ проницаемости низкопроницаемых горных пород, которая внедрена в ОАО «ТомскНИПИнефть»; разработаны методические рекомендации по использованию созданных комплексов.

**Объем работы.** Работа состоит из введения, 4 глав, заключения, списка литературы, изложенных на 181 страницах машинописного текста, комментируется 52 рисунками, 7 таблицами. Список литературы включает 136 наименований.

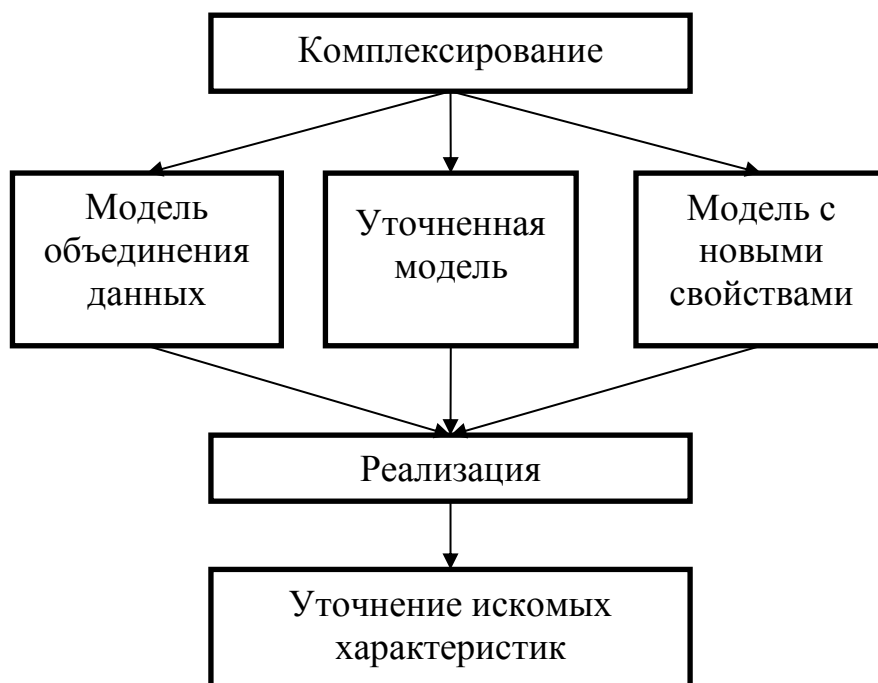
## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

**Во введении** дана общая характеристика работы, обоснована ее актуальность, степень разработанности темы, поставлены цель и задачи исследования, сформулированы основные положения, выносимые на защиту, показана научная новизна и практическая значимость полученных результатов.

**В первой главе** актуализируется проблема контроля в технических и технологических направлениях, выявлена необходимость внедрения в исследовательскую практику оптимальных методов, имеющих как можно большую точность и в то же время относительно недорогих в реализации, приборном оснащении. Приводится обзор и анализ существующих методов определения гранулометрического состава горных пород, различных подходов к определению гранулометрического состава с позиций контроля полученных результатов, а также процессов, происходящих при добыче нефти, в которых, кроме важнейшего параметра – размера частиц горной породы, учитывается способность горной породы пропускать через себя флюид при данном перепаде давления проницаемости.

Теоретический анализ методов определения гранулометрического состава частиц и проницаемости горных пород выявил ряд преимуществ и недостатков. Каждый метод с позиции контроля имеет свое преимущество. Очевидными преимуществами рассмотренных методов являются: достоверность визуализации (метод микроскопии); широкий диапазон измеряемых размеров частиц (ситовой и дифракционный методы); быстрота расчета (дифракционный метод); простота методов (метод седиментации). К существенным недостаткам этих методов следует отнести предположение о сферичности частиц, что влияет на точность определения их размеров, а также на физико-химические свойства исследуемых образцов и недостаточную точность измерений проницаемости горных пород для низкопроницаемой среды.

В данной главе описываются перспективные методы, основанные на комплексировании измерительных устройств, комплексировании имеющейся информации с целью минимизирования ошибки оценивания полученного результата. Проведен анализ различного смысла понятия «комплексирование» и варианты использования комплексирования в различных областях науки и производства. Отмечено, что наибольшее количество исследований с использованием необходимости комплексирования связаны с методами изучения земных недр и видов геофизических комплексов, что связано с разнообразием разведываемых объектов, многообразием их свойств и связей, а геологическая эффективность при их изучении тем выше, чем более широким будет комплекс. Возрастание количества комплекслируемых методов является условием достоверности контроля. На основании проведенного анализа научно-методических исследований и методик комплексирования в различных областях применения предлагается его классификация по методикам использования (рисунок 1), дана характеристика кластеров объектов комплексирования с выделением их свойств. Данная классификация позволяет выбирать ту или иную модель комплексирования в зависимости от целей решаемой задачи.



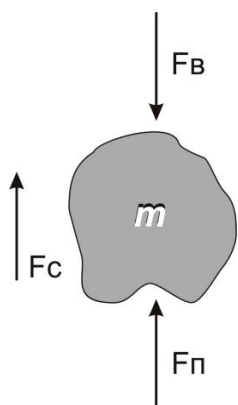
**Рисунок 1** – Классификация комплексирования по методикам использования

**Во второй главе** представлены физико-математические основания седиментационного анализа и возможность комплексирования с данными,



полученными микроскопическим анализом. Как показывают исследования П.А. Коузова, А.Т. Росляка, Н.Г. Квеско и др., определение фракционного состава сыпучих материалов может быть осуществлено различными способами. Однако основным условием использования полученных размеров частиц для математических расчетов является знание величины коэффициента формы, корректирующего полученный размер эквивалентной сфере, что теоретически до сих пор является нерешенной задачей (коэффициент формы определяется только опытным путем).

Принцип седиментационного метода анализа дисперсности (рисунок 2) лежит в основе различных измерительных приборов, отличающихся методами реализации. Для данного исследования выбрана модель седиментации из стартового слоя, которая обеспечивает осаждение с одной высоты всех частиц анализируемой пробы порошка.



$$F_B - F_C - F_{\Pi} = m \frac{dw}{dt}, \text{ где}$$

$$\text{подъемная сила } F_{\Pi} = \frac{m}{\rho_{me}} \rho g,$$

$$\text{сила сопротивления среды } F_C = \xi \frac{\rho w^2}{2} f,$$

$$\text{сила тяжести } F_B = mg.$$

**Рисунок 2** – Силы, действующие на падающую частицу

В результате фиксируются все, даже самые крупные частицы, которые при обычных методах седиментационного анализа успевают достигнуть дна кюветы до начала измерений. Данная модель реализована в измерительном приборе «Весовой седиментометр ВС-4». Однако его использование имеет ряд ограничений:

– Связь проходит в жесткой привязке к персональному компьютеру с операционной системой (ОС) Windows. Данная операционная система не обеспечивает точной привязки к реальному времени. Например, пользователю необходимо получать информацию с частотой один раз в

секунду. ОС выполняет ряд своих функций и задачу пользователя. Если ОС занята выполнением другой задачи, то происходит задержка сигнала, что ведет к искажению времени (вместо 1 секунды – может пройти 1,5 секунды).

– Данная сборка лишена возможности контролировать состояние среды осаждения, например, температуру жидкости, в которой происходит анализ, что вносит большие ограничения в эксплуатационные характеристики прибора.

– Калибровка прибора осуществляется пользователем прибора, которому необходимо знать физический принцип его построения, что требует дополнительного времени для обучения.

– Аппаратная часть прибора разрабатывалась около 20 лет назад. В настоящее время точность микросхем, а также интерпретация сигналов улучшена.

На основании представленного в литературе физико-математического описания процессов седиментации предлагается использование одного из описанных в первой главе кластеров комплексирования: «Модель с новыми свойствами». С этой целью используется уравнение Розина-Раммлера-Беннета (1) путем преобразования получаемой информации в аппаратной части для создания алгоритма машинной обработки данных о гранулометрическом составе (с учетом формы частиц, в том числе, отличной от шарообразной)

$$P(\delta) = \exp(-b\delta^a). \quad (1)$$

В данном разделе представлен алгоритм нахождения коэффициентов этого уравнения, зная которые, можно найти следующие величины:

- медиану полученного распределения;
- удельную поверхность частиц с учетом коэффициента формы частиц;
- дифференциальное распределение частиц по размерам;
- интегральную функцию распределения частиц по размерам;
- массовую долю частиц по фракциям в процентном соотношении;
- количество частиц в процентном соотношении;
- коэффициент формы для каждого диапазона измерений.

Представленный метод анализа гранулометрического состава, с позиции преобразования получаемой информации с аппаратной части прибора, является наиболее применимым для алгоритмизации процедуры и аппаратной обработки полученных данных, а также при использовании данных, полученных методом микроскопии. За счет этого появляется возможность измерять коэффициент формы частиц (что невозможно было определить отдельными методами) и увеличить точность расчета их удельной поверхности. Это позволяет более подробно рассматривать фильтрационные свойства горной породы.

**В третьей главе** описаны разработанные аппараты для анализа гранулометрического состава и проницаемости горных пород, основанные на методе комплексирования.

Разработанный прибор для анализа гранулометрического состава горных пород позволяет определять форму частиц и учитывать её при анализе. С этой целью была усовершенствована аппаратная часть прибора «Весовой седиментометр ВС-4».

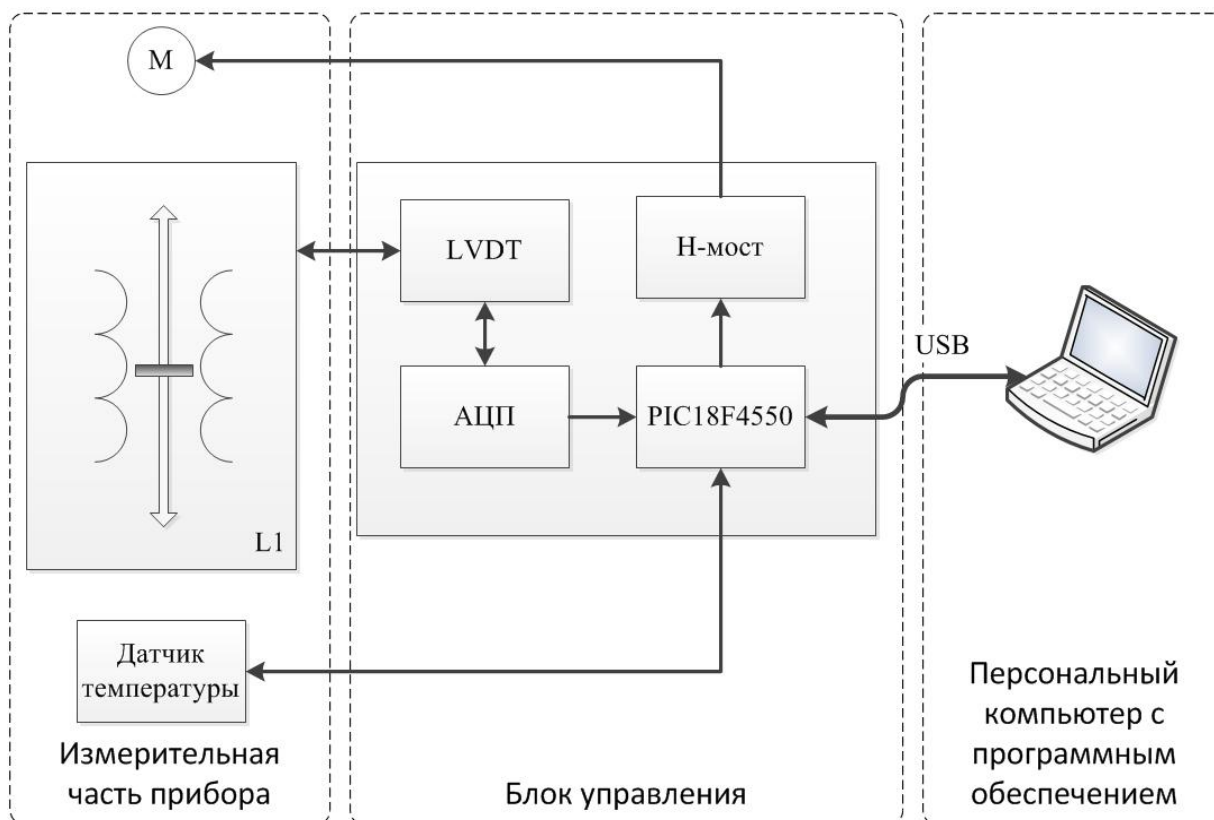
Прибор включает (рисунок 3) измерительную часть, блок управления и программное обеспечение на персональный компьютер.

Измерительная часть прибора состоит из:

- шагового двигателя (М, рисунок 3) для автоматической калибровки, что позволяет случайную погрешность при проведении измерений заменить на систематическую погрешность прибора, которую учитывает программная часть комплекса;
- датчика температуры для контроля среды осаждения, что дает возможность исключить большие ограничения в эксплуатационных характеристиках прибора;
- датчика положения чашечки сбора осадка (L1, рисунок 3), реализующего метод измерения линейных перемещений на базе дифференциального трансформатора (LVDT).

Блок управления содержит:

- микроконтроллер Pic18F4550 с операционной системой с жесткой привязкой времени, который отвечает за процесс сбора и обработку информации, что позволяет осуществлять ее достоверный контроль;
- модуль управления шаговым двигателем (H-мост, рисунок 3);
- модуль преобразования информации об осевших частицах, состоящий из LVDT-контроллера и АЦП.



**Рисунок 3** – Блок схема прибора для анализа гранулометрического состава

Для разработанной аппаратной части создана программа, возможности которой позволяют:

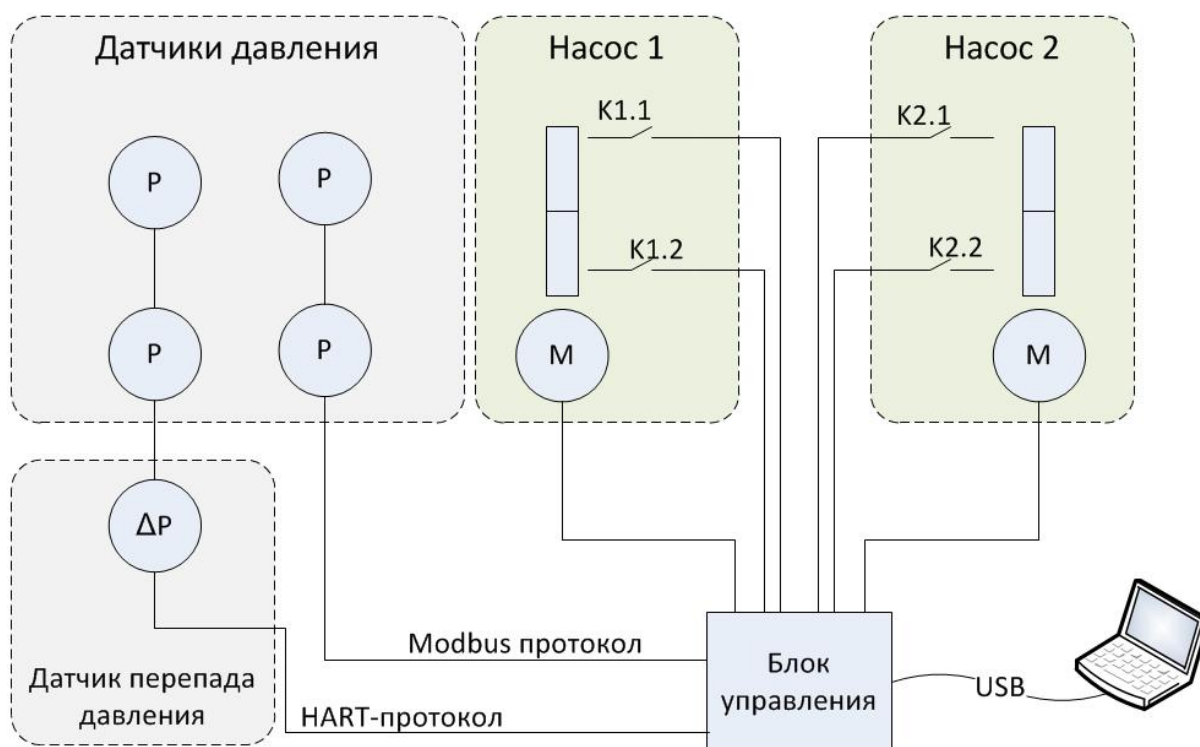
- вести запись полученных результатов;
- производить калибровку в автоматизированном режиме (запрашивает о необходимости калибровки);
- производить расчет гранулометрического состава по трем методам:
  - метод Розина-Рамллера-Беннета, для использования которого достаточно данных, полученных с седиментометра;
  - комплексирование данных вышеуказанным методом, но с использованием данных и с седиментометра, и с микроскопа;

- вариационный ряд (для его использования необходимы данные с микроскопа).

Усовершенствованный прибор позволяет определять форму частиц горных пород и учитывать её при анализе гранулометрического состава, а также определять характеристики исследуемого образца горной породы.

На основании характеристик кластеров объектов комплексирования с выделением их свойств, описанных в первой главе, создан прибор, который позволяет определять проницаемость для низкопроницаемых горных пород.

Данный аппарат (рисунок 4) состоит из промышленных датчиков давления ( $P$  – датчик давления,  $\Delta P$  – датчик перепада давления), соединение которых осуществляется по протоколам HART и ModBUS, блока управления насосами, каждый из которых имеет шаговый двигатель ( $M$ ) и два датчика крайнего положения ( $K1.1$  и  $K1.2$ ,  $K2.1$  и  $K2.2$ ).



**Рисунок 4** – Блок схема электрической части прибора для анализа проницаемости

Для работы с данным прибором создано программное обеспечение, позволяющее:

- задавать скорость подачи жидкости;

- получать данные со всех датчиков давления с частотой в одну секунду;
- графически отображать положение насоса в реальном времени;
- отображать полученные данные в виде графиков;
- задавать режим поддержания давления в системе с учетом критического давления;
- вести запись всех полученных результатов, а также обрабатывать их в ходе анализа.

Данный прибор был внедрен в ОАО «ТомскНИПИнефть» в лаборатории «Физика пласта». В процессе использования разработанного устройства были отмечены его преимущества перед аналогами:

- расширение диапазона скоростей подачи жидкости от 0,0001 мл/мин до 30 мл/мин (у аналогов от 0,001 мл/мин до 30 мл/мин);
- возможность автоматического поддержания перепада давления или избыточного давления в гидравлической системе при использовании пяти датчиков давления в составе одноплунжерного насоса;
- реализация единой системы сбора и подготовки данных к анализу, что позволяет вести запись полученных результатов в реальном времени.

Таким образом, реализация методов комплексирования позволяет осуществлять более достоверный контроль параметров горных пород путем определения форм частиц при анализе гранулометрического состава, а также увеличивать диапазон задания подачи флюида для определения проницаемости горных пород.

**В четвертой главе** приведены экспериментальные данные определения гранулометрического состава горных пород, полученных с прибора «Весовой седиментометр ВС-4» и данные, полученные с разработанного прибора.

Полученные данные с разработанного комплекса позволяют оценить форму частиц, в том числе и отличную от шарообразной.

Анализ данных из таблицы 1 показал, что форма частиц сферична во всех диапазонах измерения «Весового седиментометра ВС-4», в то время как

в разработанном комплексе форма частиц при изменении диапазона измерения меняется.

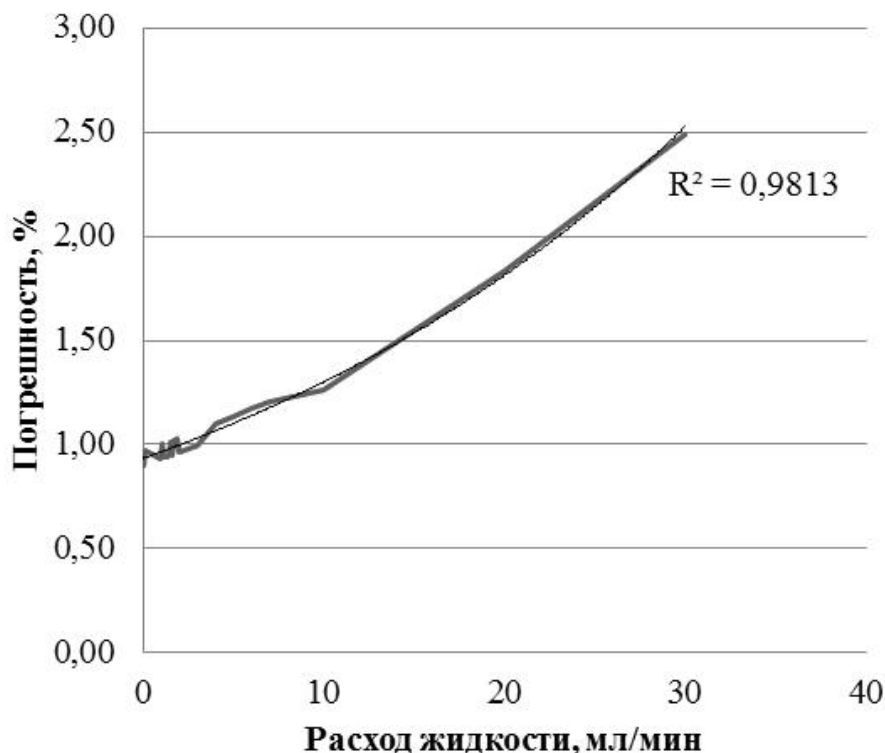
**Таблица 1.** Сравнение получаемого коэффициента формы в приборах

Диапазон размера частиц, мкм	Коэффициент формы	
	«Весовой седиментометр ВС-4»	Разработанный комплекс
3/0	1	1,0638
5/3	1	1,0869
7/5	1	1,0302
10/7	1	1,0803
14/10	1	1,0270
18/14	1	1,0361
20/18	1	1,0345
22/20	1	1,0140
24/22	1	1,0217
26/24	1	1,0244
28/26	1	1,0246

Данный параметр (коэффициент формы) значительно влияет на удельную поверхность частиц, которая является важным параметром для расчета остаточных нефтяных запасов при прогнозировании добычи нефти.

Диапазон исследуемых размеров полученного комплекса находятся в пределах от 1 мкм до 63 мкм; точность созданного устройства возросла на 2% относительно прибора «Весовой седиментометр ВС-4».

В данной главе также проводятся расчеты погрешности задаваемого расхода жидкости для измерения проницаемости. На рисунке 5 показано, что с уменьшением задаваемого расхода жидкости погрешность разработанного комплекса уменьшается.



**Рисунок 5** – Зависимость погрешности измерений от задаваемого расхода жидкости

В настоящее время для измерения проницаемости горных пород используются приборы с задаваемым диапазоном расхода жидкости от 0,001 мл/мин до 30 мл/мин. Разработанное устройство позволяет задавать расход жидкости от 0,0001 мл/мин и проводить анализ низкопроницаемых горных пород (нижняя граница измерений в 10 раз меньше, чем в существующих приборах, используемых в нефтяной промышленности).

### **Основные выводы и результаты исследования**

В ходе решения задач, поставленных в диссертационной работе, получены следующие основные результаты:

- впервые исследовано влияние комплексования на контроль осаждения частиц, что позволило создать комплексование гидродинамического и геометрического методов контроля размера частиц;

- разработан и внедрен метод комплексования способов анализа гранулометрического состава (методы седиментации и микроскопии), что позволило определять и учитывать коэффициент формы частиц, в том числе и отличную от шарообразной;



– разработан аппарат для анализа гранулометрического состава горных пород на основе полученного метода. Полученный прибор позволяет проводить экспресс-метод анализа размера частиц с учетом их формы в диапазоне от 1 мкм до 63 мкм. Точность измерений повысилась на 2% по отношению к прибору «Весовой седиментометр ВС-4»;

– разработан и внедрен аппарат для контроля определения проницаемости горных пород, что позволяет задавать расход жидкости по нижней границе в 10 раз меньше (от 0,0001 мл/мин), чем в существующих приборах;

– разработаны и внедрены практические рекомендации по использованию созданных приборов.

## **СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

*Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК РФ:*

1. *Дозморov, П.С.* Контроль гранулометрического состава и проницаемости горных пород программно-аппаратными методами / П.С. Дозморov // Вестник томского государственного университета. Математика и механика. – 2015. – № 1 (33). – С. 37.
2. *Дозморov, П.С.* Методика преобразования накопительной функции седиментометра в гранулометрический состав горной породы / П.С. Дозморov, А.Т. Росляк // Наука и образование: электронное научно-техническое издание, 2013.– № 06. – С. 267–274.
3. *Дозморov, П.С.* Особенности расчета низкоскоростного пневмотранспорта по ступенчатым трубопроводам с различной ориентацией в пространстве / В.А. Смолоник, А.Т. Росляк, П.С. Дозморov // Известия высших учебных заведений: Физика, 2013.– №9/3.– С. 96-99.

*Публикации в научных изданиях:*

4. *Dozmorov, P.* Particles separation in a cyclone device cone: Conference Paper / P. Dozmorov [et al.] // Thermophysical Basis of Energy Technologies: EPJ Web of Conferences, 2015. –Vol. 82
5. Свид. №2012660447 Российская Федерация. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ. Программное

- обеспечение для определения размера дисперсных частиц с применением прямого микроскопа проходящего света / *П.С. Дозморov, А.Т. Росляк*; заявитель и правообладатель ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (RU). – №2012618399; заявл. 5.10.12; опубл. 20.11.12, Реестр программ для ЭВМ. – С. 1.
6. Свид. № 2014614832 Российская Федерация. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ. Идентификация объектов управления при помощи вещественного интерполяционного метода / *В.А. Онуфриев, П.С. Дозморov*; заявитель и правообладатель ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (RU). – № 2014612331; заявл. 19.03.2014; опубл. 20.06.2014, Реестр программ для ЭВМ. – С. 1.
  7. *Дозморov, П.С.* Разработка программно-аппаратного комплекса для анализа гранулометрического состава осадочных горных пород / *П.С. Дозморov* // Международный научно-исследовательский журнал, 2012. – № 7-1 (7). – С. 48–49.
  8. *Дозморov, П.С.* Исследование свойств новых сорбентов по сравнению с известным аналогом / *А.Ю. Мосолков, Д.В. Мартемьянов, П.С. Дозморov* // Перспективы развития фундаментальных наук: сборник научных трудов X Международной конференция студентов и молодых ученых, – Томск, 2013. – С. 394–396
  9. *Дозморov, П.С.* Возможность использования природных цеолитов для очистки сточных вод электростанций от соединений тяжелых металлов / *П.С. Дозморov, А.Ю. Мосолков* // Энергетика: эффективность, надежность, безопасность : сборник трудов XIX Всероссийской научно-технической конференции. –Томск, 2013. – Т. 2. – С. 238–241.
  10. *Дозморov, П.С.* Методика обработки данных косвенных измерений гранулометрического состава осадочных горных пород / *П.С.*

- Дозморов // Проблемы геологии и освоения недр: труды XVII Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых. – Томск, 2013. – Т.1– С. 720-722.
11. *Дозморов, П.С.* Комплексование результатов измерения гранулометрического состава осадочных горных пород с учетом коэффициента формы частиц / П.С. Дозморов, Г.А. Еремян // Проблемы геологии и освоения недр: труды XVII Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых. – Томск, 2013. – Т.1– С. 725–727.
  12. *Дозморов, П.С.* Нормировка показаний седиментационного анализа / П.С. Дозморов, А.А. Решетько // Проблемы геологии и освоения недр: труды XVII Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых. – Томск, 2013. – Т.1 – С. 771–773.
  13. *Dozmorov, P.* Photon correlation spectroscopy of particle size distribution of solid matter/ P. Dozmorov // Проблемы геологии и освоения недр: труды XVI Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых. – Томск, 2013 – Т.1– С. 792–793.
  14. *Дозморов, П.С.* Разработка программно-аппаратного комплекса для проведения фильтрационных экспериментов с образцами горных пород / П.С. Дозморов, А.Г. Скрипкин // Проблемы геологии и освоения недр: труды XVIII Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых, Томск, 2014. – Т. 2. – С. 81–83.
  15. *Дозморов, П.С.* Определение площади поверхности частиц при анализе гранулометрического состава методами седиментации и микроскопии / П.С. Дозморов, А.А. Решетько // Проблемы геологии и освоения недр : труды XVIII Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых, Томск, 2014. – Т. 2. – С. 83–84.

